

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE PETROLEO



TESIS

**“ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL ARMADO DE PREFABRICADO
Y MONTAJE DE TUBERÍAS EN LAS UNIDADES HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-
RG2 PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA”
(PMRT)**

Presentado por:

Br ABEL BRUNO ALDAIR DURAND ESTRADA

Asesor: Ing° GREGORIO MECHATO QUINTANA MSc

Línea de Investigación: Transporte y Comercialización de Hidrocarburos

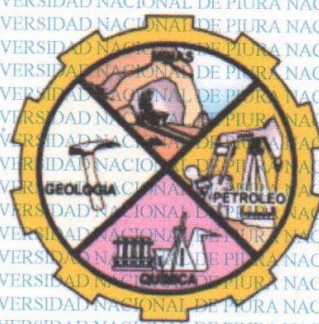
Piura – Perú

Año 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE PETROLEO



TESIS

**"ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL ARMADO DE PREFABRICADO
Y MONTAJE DE TUBERÍAS EN LAS UNIDADES HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-
RG2 PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA"**

(PMRT)

PRESENTADO POR:

BR. ABEL BRUNO ALDAIR DURAND ESTRADA
EJECUTOR

ING. GREGORIO MECHATO QUINTANA MSC
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE PETROLEO



TESIS

**“ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL ARMADO DE PREFABRICADO
Y MONTAJE DE TUBERÍAS EN LAS UNIDADES HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-
RG2 PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA”**

(PMRT)

APROBADA POR MIEMBROS DEL JURADO:

DR. ING. JUAN CARLOS TANTARUNA OCSA
PRESIDENTE

ING. PEDRO BIENVENIDO TIMANA JAKAMILLO MSC.
SECRETARIO

ING. ROYVELI CARHUACHIN GUTIERREZ, MSC.
VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo, Abel Bruno Aldair Durand Estrada, identificado con DNI 73121912 bachiller de la escuela profesional de ingeniería de petróleo, facultad de ingeniería de minas y domiciliado en urb. Calle Mancora 524 Asentamiento Humano Santa Teresita provincia de Piura, departamento de Piura, celular 989574193, abadeing.29@gmail.com.

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

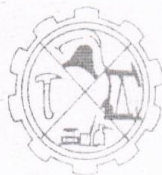
Piura, 26 de junio del 2019.



ABEL BRUNO ALDAIR DURAND
ESTRADA DNI 73121912

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación con hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
DECANATO

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Calificador nombrados mediante Resolución N° 395-CF-2019, de fecha siete de mayo de dos mil diecinueve, que suscriben, reunidos el día viernes veintiuno de junio de dos mil diecinueve, a horas 12:00 m., en el aula del PROMAINA - FIM, para la sustentación de la Tesis titulada "ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL ARMADO DE PREFABRICADO Y MONTAJE DE TUBERÍA EN LAS UNIDADES HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL - RG2 PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA", conducida por el señor Bachiller en Ingeniería de Petróleo DURAND ESTRADA ABEL BRUNO, la misma que cuenta con el asesoramiento del Ing° Gregorio Mechato Quintana. Efectuadas las observaciones y dadas las respuestas, lo declaran:

DESAPROBADO	A P R O B A D O			
	Bueno	Muy Bueno	Sobresaliente	Excelente
	-----	-----	-----	-----

En consecuencia, queda en condición de ser calificado **APTO** y solicitar al Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, le otorgue el **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE PETRÓLEO**, de conformidad con lo estipulado en las normas legales vigentes de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 21 de junio de 2019.

DR. ING° JUAN C. TANTARUNA OCSAS
Presidente del jurado calificador

ING° PEDRO TIMANA JARAMILLO M.Sc.
Secretario del jurado calificador

ING° ROYVELÍ CARRASQUIN GUTIÉRREZ M.Sc.
Vocal del Jurado Calificador.

YMN.

RESUMEN

La Refinería fue pionera en el país, con un esquema de refinación de mediana conversión, propio de la década de los setenta, que a pesar de administrarse muy eficientemente, requiere con urgencia incrementar su capacidad y complejidad para mejorar su economía y lograr producir combustibles limpios con menor contenido de azufre.

La Refinería de Talara desarrolla hoy actividades de refinación y comercialización de hidrocarburos en el mercado nacional e internacional. Produce gas doméstico GLP, gasolina para motores, solventes, turbo A-1, diésel 2, petróleos industriales y asfaltos de calidad de exportación.

Para este megaproyecto se utilizaron ENDs (Ensayos no destructivos), con la finalidad de disminuir los riesgos de accidentes y preservar la seguridad de todos los trabajadores, ejemplos de ENDs son: Ultrasonido Industrial, Radiografías, Tintes Penetrantes, Inspección Visual, entre otros.

El principal objetivo fue tratar de entregar gran parte de los trabajos antes de la fecha estimada, así obtuvimos la satisfacción de nuestro cliente.

En este proyecto de tesis se podrá entender los conceptos e instrumentos que se utilizan en diferentes construcciones, modernizaciones y ampliaciones de Plantas Industriales, como refinerías, minerías, agroindustriales, entre otros.

Se detalla paso a paso la historia de la Refinería Talara y por qué la actual implementación, puesto que se pretende tener una planta de competencia mundial, con mayor producción, menos contenido de azufre, menos contaminación ambiental, y sobre todo mayores ingresos para el beneficio de nuestro país.

Durante todos los procesos de trabajo se dieron muchos problemas desde el movimiento de tierras hasta el último montaje de spools para completar las líneas, se generaron re trabajos y pérdidas de dinero por parte de la subcontratista.

Como prioridad, se pretende que con la presente, se pueda comprender cómo va avanzando la situación actual del megaproyecto de modernización de la Refinería Talara.

PALABRAS CLAVES: gas doméstico GLP, gasolina, Ultrasonido Industrial, Radiografías, Tintes Penetrantes, Plantas Industriales, menos contaminación ambiental.

SUMMARY

The Refinery was a pioneer in the country, with a refining scheme of medium conversion, typical of the seventies, which despite being administered very efficiently, urgently needs to increase its capacity and complexity to improve its economy and achieve clean fuel production with lower sulfur content. The Talara Refinery is currently developing hydrocarbon refining and commercialization activities in the national and international markets. It produces domestic gas LPG, gasoline for engines, solvents, turbo A-1, diesel 2, industrial oils and asphalt of export quality. For this mega project, ENDs (non-destructive tests) were used, in order to reduce the risks of accidents and preserve the safety of all workers, examples of ENDs are: Industrial Ultrasound, X-rays, Penetrating Dyes, Visual Inspection, among others. The main objective was to try to deliver a large part of the works before the estimated date, thus we obtained the satisfaction of our client. In this thesis project you can understand the concepts and instruments used in different constructions, modernizations and extensions of Industrial Plants, such as refineries, mining, agroindustrial, among others. The history of the Talara Refinery is detailed step by step and why the current implementation, since it is intended to have a global competition plant, with higher production, less sulfur content, less environmental pollution, and above all higher income for the benefit of our country. During all the work processes there were many problems from the movement of land until the last assembly of spools to complete the lines, re-jobs and losses of money were generated by the subcontractor. As a priority, it is intended that with this, you can understand how the current situation of the modernization mega-project of the Talara Refinery is progressing.

KEY WORDS: domestic gas LPG, gasoline, Industrial Ultrasound, X-rays, Penetrating Dyes, Industrial Plants, less environmental pollution.

INDICE

RESUMEN.....	vi
SUMMARY.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPITULO I.....	1
1 ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.1.1 Formulación del Problema General.....	2
1.1.2 Formulación del Problema Específico.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1 Justificación.....	2
1.2.2 Importancia.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
CAPITULO II.....	4
2 MARCO TEORICO.....	4
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA REFINERIA DE TALARA.....	4
2.2.1 Historia.....	4
2.2.2 Situación Actual.....	5
2.2.3 PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA REFINERIA DE TALARA.....	6
2.2.3.1 Importancia del Proyecto PMRT.....	6
2.2.3.2 Objetivos trazados en el PMRT.....	7
2.2.4 SITUACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA.....	7
2.2.5 ANALISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA.....	8
2.2.6 BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	10
2.2.7 ANALISIS DE LA DISPONIBILIDAD DEL CRUDO.....	10
2.2.8 Conformación actual de la Refinería de Talara.....	10
2.2.9 Configuración de la nueva refinería de Talara.....	11
2.2.10 ESTANDARES DE TECNOLOGIA Y COMPETIVIDAD EN EL PMRT.....	15

2.2.10.1 QUE ES EL CODIGO ASME.....	15
2.2.11 CODIGO ASME PARA TUBERÍAS DE A PRESIÓN B31.....	15
2.2.11.1 ORIGEN DEL CODIGO ASME B31.....	15
2.2.11.2 COMITÉ B31 SISTEMAS DE TUBERÍAS A PRESIÓN.....	16
2.2.12 CONDICIONES DE DISEÑO.....	19
2.2.13 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT).....	20
2.2.14 CLASIFICACION DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS SEGUN EL ALCANCE DEL METODO.....	21
2.2.14.1 TECNICAS DE INSPECCION SUPERFICIAL.....	21
2.2.14.2 METODOS DE INSPECCION VOLUMETRICA.....	21
2.2.14.3 METODOS DE INSPECCION DE LA INTEGRIDAD O HERMETICIDAD	
2.2.14.4 VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS METODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.....	21
2.2.14.5 RAZONES PARA SELECCIONAR UN MÉTODO DE END.....	22
2.2.14.6 DESCRIPCION DE LOS END MAS USUALES EN LA INSPECCION DE TUBERIA.....	22
2.2.15 LÍQUIDOS PENETRANTES.....	23
2.2.15.1 Requisitos de la Inspección por Líquidos Penetrantes.....	23
2.2.16 ULTRASONIDO INDUSTRIAL.....	23
2.2.16.1 Requisitos de la Inspección por Ultrasonido Industrial.....	24
2.2.17 PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.....	24
2.2.17.1 Requisitos de la Inspección por Partículas Magnéticas.....	25
2.2.18 ELECTROMAGNÉTICA (EMI).....	25
2.3 GLOSARIO DE TERMINOS BASICOS.....	26
CAPITULO III.....	29
3 ARMADO DE PREFABRICADO Y MONTAJE DE TUBERÍAS EN UNIDADES HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-RG2 PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA (PMRT).....	29
3.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA REPARACIÓN DE SOLDADURAS Y MATERIAL BASE.....	29
3.1.1 RESPONSABILIDADES.....	29
3.1.2 RECURSOS.....	30
3.1.2.1 Mano de obra.....	30

3.1.2.2	EPP.....	30
3.1.2.3	Herramientas.....	30
3.1.3	METODOLOGÍA.....	34
3.1.3.1	Definiciones	34
3.1.3.2	Áreas de examen.....	35
3.1.3.3	Metal base y soldadura.....	35
3.1.3.4	Inspección de componentes.....	35
3.1.3.5	Desarrollo de la inspección.....	35
3.1.3.6	Requerimientos para la inspección de soldadura.....	35
3.1.3.7	Inspección antes de iniciar a soldar.....	36
3.1.3.8	Inspección visual durante la ejecución de las soldaduras.....	36
3.1.3.9	Inspección después de ejecutada la soldadura.....	36
3.1.4	Procedimiento para inspección visual para tubería bajo el código ASME B31.1 Y B31.3.....	36
3.1.4.1	Soldadura Fisurada.....	36
3.1.4.2	Apariencia irregular.....	37
3.1.4.3	Excesiva Penetración.....	37
3.1.4.4	Salpicadura excesiva.....	37
3.1.4.5	Arco desviado.....	37
3.1.5	Soldadura porosa.....	38
3.1.5.1	Soldaduras frágiles.....	38
3.1.5.2	Penetración incompleta.....	38
3.1.6	Socavado.....	38
3.1.7	Procedimiento para tratamiento térmico.....	38
3.1.7.1	Terminología.....	39
3.1.7.2	Procedimiento paso a paso.....	39
3.2	PROCEDIMIENTO PARA PREFABRICADO Y MONTAJE DE TUBERÍA.....	41
3.2.1	Proceso de fabricación de spool.....	41
3.2.2	Procedimiento de montaje.....	42
3.2.3	Verificaciones preliminares Generales.....	44
3.2.3.1	Proceso de instalación de tubería.....	44
3.2.4	Prefabricación.....	44
3.2.5	Trabajos de tuberías.....	44
3.2.6	Montaje de tuberías.....	45

3.2.7	Instalación de tuberías mediante maniobras manual.....	45
3.2.8	Instalación de tuberías small bore de forma manual.....	46
3.2.9	Montaje de Tubería Roscada.....	46
3.2.10	Uniones soldadas en tubería galvanizada.....	46
3.2.11	Soldadura de Juntas.....	46
3.2.12	Instalación.....	46
3.3	MARCO REFERENCIAL.....	47
3.4	HIPOTESIS.....	47
3.4.1	HIPOTESIS GENERAL.....	47
3.4.2	HIPOTESIS ESPECIFICA.....	47
3.5	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
3.5.1	Variables Independiente.....	47
3.5.2	Variable Dependiente.....	47
3.5.3	Operacionalización de variables.....	48
4.	MARCO METODOLOGICO.....	49
4.1.	ENFOQUE.....	49
4.1.1.	Investigación Cuantitativa- aplicativa.....	49
4.2.	DISEÑO.....	49
4.2.1.	Proceso cuantitativo experimenta.....	49
4.3.	NIVEL.....	49
4.4.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	50
4.1.1.	Investigación descriptiva.....	50
4.4.2.	Investigación experimental y aplicativa.....	50
4.5.	SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
4.5.1.	UNIVERSO.....	50
4.5.2.	POBLACIÓN.....	50
4.5.3.	MUESTRA.....	50
	CONCLUSIONES.....	52
	RECOMENDACIONES.....	52
	REFERENCIAS.....	52
	• REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	52
	• REFERENCIAS DE INTERNET.....	52
	• ANEXOS.....	52

INTRODUCCIÓN

La Refinería de Talara fue pionera en el país, con un esquema de refinación de mediana conversión, propio de la década de los setenta, pero en la época actual requiere con urgencia incrementar su capacidad y complejidad para mejorar su economía y lograr producir combustibles limpios con menor contenido de azufre.

La propuesta de actualización de la Refinería Talara, que comprende la de fondo de barril, desulfurización y otras unidades, le permitirá a la refinería producir productos combustibles que cumplan los nuevos requerimientos ambientales, aumentar su flexibilidad para procesar más crudos de baja calidad, satisfacer la creciente demanda del mercado y mejorar la competitividad y la rentabilidad.

El Proyecto de modernización de la Refinería Talara (PMRT) está configurada con una combinación de múltiples tecnologías de refinación licenciadas y unidades de proceso no licenciadas. El éxito de gestión de estas tecnologías licenciadas asegurará la calidad y maximizará la cantidad de productos refinados.

El PMRT es el megaproyecto energético más importante del país, y se desarrolló enmarcado e impulsado por la Ley 30130. Esta Ley declara de necesidad pública e interés nacional la prioritaria Ejecución del Proyecto de Modernización de Refinería Talara para preservar la calidad del aire y la salud pública.

Es un desarrollo tecnológico que modifica íntegramente el esquema actual de producción de la Refinería Talara y de Petroperú en general, mediante la incorporación de nuevos procesos de refinación, servicios auxiliares y facilidades relacionadas.

La Nueva Refinería captura las tendencias del Mercado y los supuestos de capacidad anteriores. Las tecnologías de hidroprocesamiento permiten obtener especificaciones de combustibles limpios mientras que la nueva unidad FCC maximiza la Gasolina FCC y conversión GLP, fabrica productos bajo especificación de calidad. El FlexiCoker es la opción de actualización del "fondo del barril" seleccionada que es apropiada para los objetivos de la Refinería, ya que no crea Fuel Oil y tiene un buen índice de conversión de productos que serán posteriormente actualizados en las unidades de FCC e Hidrodesulfuración.

La nueva refinería Talara se está construyendo con los estándares más altos de tecnología y competitividad de la región. La inversión para su ejecución asciende a USD 4,999 millones.

Dentro de toda esta gama de tecnologías, en las Unidades de proceso y Unidades auxiliares, se encuentra el armado del prefabricado y montaje de tuberías en las unidades HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-RG2. Desde la perspectiva de la Ingeniería de Tuberías, esta debe ser coherente y concurrente con los estándares de la industria, en lo referente a Diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID's), Designación de Líneas (LDT's), Especificaciones, Procedimientos, Plot Plans, Listas de Conexiones, Isométrica, etc.

La importancia del presente trabajo de investigación es asegurar la calidad en los procesos de armado de pre-fabricado y montaje de tuberías de acero al carbono (SC) desarrollado bajo normas y estándares que actualmente utilizan las compañías de inspección.

Los procedimientos de soldadura, homologaciones de soldadores y apuntaladores, pruebas para técnicos, exámenes para armadores y capataces son piezas clave para el desarrollo de este trabajo, además de contar con un alto nivel de ingeniería por parte de los profesionales a cargo del proyecto.

Uno de los temas más importantes a tratar será el uso de los Ensayos No destructivos “NDT” (NOT DESTRUCTIVE TESTS), estos ensayos son utilizados para realizar un riguroso control de calidad y evitar desastres dentro de la refinería, los accidentes son ocasionados muchas veces por pequeños errores del hombre del proceso.

CAPITULO I

1 ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Durante el armado del pre fabricado de las tuberías de acero al carbono (SC) se registraron curvas con discontinuidad en su diámetro, además que llegaron con daños; Técnicas Reunidas (TR) diseñó algunos isométricos en donde se apreciaba que las juntas de la soldadura en taller eran muy cercanas, los planos ya estaban en su última revisión; cuando se realizó el montaje de los spools el acoplamiento entre bridas no concordaba, y esas bridas ya habían sido soldadas, todos los ángulos de giro los dio el cliente, hubiera sido conveniente que esas juntas fueran soldadas en campo, otro gran problema fue la falta de información de los ITEM COD y la colada de los materiales, que ocasionaron una confusión en el armado de las tuberías curvas, entre muchos más.

Los ensayos no destructivos son exámenes o pruebas que son utilizados para detectar discontinuidades internas y/o superficiales o para determinar propiedades selectas en materiales, soldaduras, partes y componentes; usando técnicas que no alteran el estado físico o constitución química, dañen o destruyan los mismos. Dentro los ensayos no destructivos están incluidos la inspección por radiografía, inspección por partículas magnéticas, inspección por líquidos penetrantes, inspección visual y también inspección por ultrasonido.

El propósito de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes e partes fabricadas. La falla es el daño de una pieza que no le permite continuar en servicio, causando la sustitución prematura de los componentes. Refiriéndonos a prematuro por la sustitución de la pieza antes de haber alcanzado su vida útil especificada en el diseño. La falla de los materiales puede producirse por defectos de fabricación, errores de operación o inadecuada selección de materiales.

1.1.1 Formulación del Problema General

¿De qué manera se podrá mejorar la calidad en el proceso de pre-fabricado y montaje de tuberías que impactan en la obtención de productos conforme a las especificaciones del Cliente?

1.1.2 Formulación del Problema Específico

1. ¿Se conoce la importancia del proceso de prefabricado y montaje de tuberías en las unidades a usarse en la PMRT?
2. Se conoce la normatividad actual sobre el proceso de prefabricado y montaje de tuberías?
3. ¿Cómo lograr el aseguramiento de la calidad para obtener productos conformes?

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica, dado que para obtener un producto en óptimas condiciones es necesario que se realice un buen control de calidad, se tiene que hacer un buen plan de inspección, se tiene que seguir las normas al pie de la letra, como por ejemplo el ASME B31.3, el cuál indicaba todos los límites permisibles, además de aceptaciones y no conformidades para tuberías, el tipo de tuberías es A106 – Acero al carbono.

Todos los procedimientos de soldadura deben ser dados por el cliente “TR”, para así se reduce los riesgos, pero cada soldadura aparte de ser ejecutada por un soldador homologado, debe ser revisada por los inspectores de calidad de las empresas contratistas y subcontratistas, y finalmente ser aprobadas por los inspectores de TR y CPT.

1.2.2 Importancia

La importancia del presente Proyecto, está en el uso de los NDT (Non Destructive Testing), los cuales son caros, pero de una gran ayuda para detectar discontinuidades en la soldadura desde la raíz hasta la superficie, empresas como SGS y COIESU fueron las encargadas de colaborar con este tipo de trabajos, confiabilidad, diferenciación e innovación garantizan sus servicios (Líquidos penetrantes, Partículas magnéticas, Radiografía industrial, medición de espesores, Ultrasonido convencional, entre otros innecesarias en el control del proceso.

La presente investigación pretende hacer una revisión, un análisis y una interpretación en relación a los NDT sobre los procesos de inspección en tuberías en el pre-fabricado y montaje de las unidades y su impacto en la obtención de productos conforme, con el fin de ofrecer recomendaciones y propuestas que proporcionen un control eficaz de los procesos de inspección para asegurar la calidad del producto, minimizar riesgos operativos y alcanzar la satisfacción del Cliente.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Asegurar la calidad usando las técnicas de NDT en el Proceso de Prefabricado y Montaje de tuberías en las áreas HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-RG2, de acuerdo a las Normatividad vigente, en el proyecto de modernización Refinería Talara” (PMRT)

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Importancia del Proyecto PMRT, como un desarrollo tecnológico que modificará íntegramente el esquema actual de producción de la Refinería Talara y de la empresa, mediante la incorporación de nuevos procesos de refinación, servicios auxiliares y facilidades relacionadas.
- Estándares de tecnología y competitividad en el PMRT. Aplicación de las Normas ASME 831 .3 (tuberías de proceso) y ASME 831 .1 (tuberías de alimentación). Otros códigos y estándares industriales diversos.
- Aplicar la técnica de los ensayos no destructivos END, para asegurar que la soldadura a tope, socket, branch, etc no deben tener socavaciones, ni porosidades, fisuras, etc. Control de calidad en el armado de los spools, cumplir con las medidas, para así asegurar la calidad del producto.

1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio se llevará a cabo durante el pre-fabricado y montaje de tuberías en el Área 1 del PMRT que tiene las siguientes unidades realizadas por nosotros:

- HTN_ HIDROTRATAMIENTO DE NAFTA
- HTD_ HIDROTRATAMIENTO DE DIESEL
- RG2_ RECUPERACION DE GASES 2
- TGL_ TRATAMIENTO Y RECUPERACION DE GLP
- RCA_ RECUPERACION CATALITICA DE NAFTA
- FCK_ FLEXICOQUER Y COQUIFICACION CATALITICA

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se muestran algunos trabajos anteriores tomados como antecedentes de la investigación:

Pabon Villazon M.A y Wincher Sanchez J.A (2001), Facultad de Ingeniería Mecánica, Cartagena de Indias DT y C. Presentaron su estudio titulado “Metodología del Proceso de mantenimiento con Parada de Planta en la refinería de Cartagena”. En este estudio se planteó una renovación de la estructura del proceso de mantenimiento, a través de la revisión y redefinición de cada uno de los procedimientos de las actividades que lo conforman. Para ello se recurrió a la adición, eliminación o modificación de actividades buscando un óptimo y eficiente desarrollo del proceso. Presentándose al final un manual de mantenimiento de la Planta.

Quimic Gonzalez R. (2014). Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador. Presento su proyecto “Estudio de factibilidad para la implementación de una unidad de destilación al vacío en el proceso de refinación de crudo de la refinería la Libertad”. Estudio en el cual el alto porcentaje de residuos (50%) obtenidos en ésta refinería ha generó la necesidad de identificar y aplicar medidas que contribuyan a la optimización del proceso de refinación, obteniéndose mayor cantidad de hidrocarburos livianos.

Se concluyó que es prioritaria la modernización y renovación de la infraestructura tecnológica para elevar la competitividad del sector de producción de hidrocarburos, mediante la implementación de una planta de destilación al vacío en Refinería La Libertad con la cual se aprovecharán los componentes livianos aún existentes en el crudo reducido producto de la destilación atmosférica, dejando un 25% de residuo.

2.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA REFINERIA DE TALARA

2.2.1 Historia

La historia de Refinería Talara se inicia el 2 de julio de 1917, cuando la empresa “International Petroleum Company” (IPC), con un equipo de trabajadores talareños, pone en servicio una batería de cuatro alambiques de destilación con una capacidad de procesamiento de 10 mil barriles por día (MBD).

Talara, provincia costera del departamento de Piura. El desierto y el mar de Talara guardan yacimientos que los antiguos peruanos llamaron “copé”, una especie de brea muy apreciada por los españoles que conquistaron el Tahuantinsuyo. Esta riqueza convirtió a esta ciudad, en el siglo XX, en uno de los más importantes centros de explotación industrial del petróleo del Perú.

Durante el primer centenario ha experimentado diferentes etapas de modernización y crecimiento que le han permitido incrementar la capacidad de producción y almacenamiento de crudos y productos. Por citar algunos de los hitos, mencionaremos que en “1926 se instalaron las cuatro Unidades de Craqueo Térmico. En 1929, la Planta de Destilación de Lubricantes, con la cual se ingresó al mercado de producción de las bases lubricantes. En 1938, la Planta de Asfaltos. En 1954 inició su operación la actual Unidad Destilación Primaria (conocida inicialmente como Alambique Tubular N° 2), con una capacidad de procesamiento de 45 MBDC de petróleo crudo y que en 1962 se amplió a 62 MBDC”, según detalla Petroperú.

Cien años después de iniciar operaciones, la capacidad máxima de producción de este complejo energético era de 65 mil barriles por día, y su gran desafío ha sido la modernización que le “permitirá producir combustibles más limpios, que aseguren la preservación del aire y, con ello, la salud de todos los peruanos”, según afirma Petroperú.

2.2.2 Situación Actual

Desde junio de 2014, se encuentra en un proceso de modernización que la convertirá en una de las refinerías más importantes de esta parte del Pacífico, con el reto de satisfacer mejor al mercado nacional e internacional, con productos de calidad y adecuados a los estándares mundiales de conservación del medio ambiente.

La nueva refinería “incrementará en más del 45% su capacidad de producción, es decir pasará a producir de 65 a 95 mil barriles por día”. También contará con más infraestructura industrial para procesar crudos pesados y producir mayor cantidad de combustibles. Asimismo, producirá diésel y gasolinas menos contaminantes, con un contenido no mayor a 50 partes por millón de azufre..

La Modernización de Refinería Talara, ejecutada por la empresa española Técnicas Reunidas, contratista principal, y las más importantes empresas peruanas del sector construcción, registra un avance del 60.53%.



Figura 2.1 Ubicación de la Refinería de Talara

2.2.3 PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA REFINERÍA DE TALARA

2.2.3.1 Importancia del Proyecto PMRT

La refinería de Talara en la actualidad con su capacidad total no puede producir aceites combustibles de alta calidad que cumplan con las especificaciones más recientes y las tendencias mundiales, esto debido a la baja complejidad de su diseño actual de procesamiento, que tiene una unidad atmosférica, una unidad de vacío y una unidad de craqueo catalítico de fluidos (FCC). Como resultado, la refinería está importando stock de mezcla de alto octanaje para producir gasolina bajo especificación. Sin ninguna unidad de conversión de fondo de barril o de desulfurización, la flexibilidad de la refinería para procesar una variedad de materias primas (p. ej. crudos pesados) está rigurosamente comprometida.

Por lo tanto el objetivo es, actualizar la Refinería Talara para producir productos combustibles que cumplan con los nuevos requerimientos ambientales y así mejorar la competitividad y la rentabilidad.

En 2008, Arthur D. Little Inc. fue designado por Petroperli para realizar un estudio de viabilidad para el proyecto "PMRT" (Proyecto Modernización Refinería Talara) que incluía un estudio del mercado, la optimización de la configuración de la

refinería, el análisis ambiental y social, la Estimación de Costes del Proyecto, la Ingeniería Conceptual, la Evaluación económica y los Beneficios del proyecto.

2.2.3.2 Objetivos trazados en el PMRT

Los objetivos principales trazados para llevar a cabo el proyecto PMRT son:

- Producir combustibles (Diésel, Gasolina, GLP) con bajo contenido de azufre de acorde a las nuevas especificaciones ambientales
- Aumentar o mantener el suministro de la demanda nacional de combustibles.
- Modernizar la Refinería Talara para el procesar crudos más pesados y más ácidos que maximice la conversión de productos residuales en productos de mayor valor agregado (destilados medios y gasolina).
- Conversión profunda de residuales a productos valiosos (diésel, naftas y GLP).
- Conversión de Gasolinas de bajo octanaje a gasolinas de alto octanaje (Reformación catalítica).
- PMRT1, que consta de la instalación de unidades de desulfurización para diesel, FCC, Nafta y GLP actualmente producidos con el diseño existente de la Refinería Talara.
- PMRT2, que consta de la ampliación de procesamiento de crudo de 65 a 95M bpd, con la instalación de nuevas unidades como: Flexicoker, Unidad de destilación al vacío, Desulfurizador de Nafta, Reformador, Separadores, Unidad de Aminas y Planta de ácido sulfúrico.

2.2.4 SITUACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA

Según el estudio de Mercado se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Satisfacer las demanda de productos hasta el año 20030.
- Analizar el mercado de productos nacionales peruanos y otros mercados en la región de la Costa Pacífica donde la Refinería Talara podría exportar los productos excedentes.
- Disponibilidad actual y proyectada de los crudos que podrían ser procesados en la Refinería Talara. Los mercados de crudo se centraron en países como Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela, Brasil, Nigeria y Angola.
- Precios previstos del crudo y productos internacionales.

2.2.5 ANALISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA

La información de la oferta y demanda es una información fundamental para poder optimizar el sistema de procesamiento de la refinería y el procesamiento de la dieta con el fin de maximizar las oportunidades del mercado nacional como el mercado de exportación.

Con respecto a la Demanda del Mercado interno, de acuerdo a las estadísticas, se espera que experimente un alto crecimiento económico durante los próximos años. Y el diésel seguirá siendo el producto de mayor demanda. La gasolina seguirá en decreciendo por el efecto de la venta del gas, pero a corto plazo, volverá gradualmente a volúmenes similares a los actuales. El combustible Jet A-1 experimentara un crecimiento intensivo impulsado por la mayor demanda y las ofertas de las empresas aéreas que intensificarán el consumo y por lo tanto el crecimiento económico de Perú. Además se espera que la demanda de GLP aumente. La demanda de combustibles residuales crecerá de forma moderada debido al incremento del consumo en regiones que no tienen acceso a gas natural.

En ausencia de cualquier actualización de la refinería el déficit de productos refinados se espera que alcance 55M b/d en el año 2020 y 80M b/d para el año 2030.

PRODUCTO	Histórico (MBPD)			Proyectado (MBPD)				
	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
GLP	8.5	13.6	21.4	32.4	35.8	37.5	38.4	39.8
Gasolina	27.4	25.5	21.5	17.2	19.8	21.8	24.1	26.5
Destilados medios	74.6	76.1	74.3	89	105.0	117.0	133.0	151.0
Aceite industrial	29.1	26.9	26.3	18.6	18.8	18.1	20.4	23.1
Asfalto, disolventes y otros	144.0	148.0	147.0	162.0	185.0	200.0	222.0	247.0

Cuadro 2.1 Demanda nacional de combustibles proyectada

(Fuente: Technip PCM Services Limited)

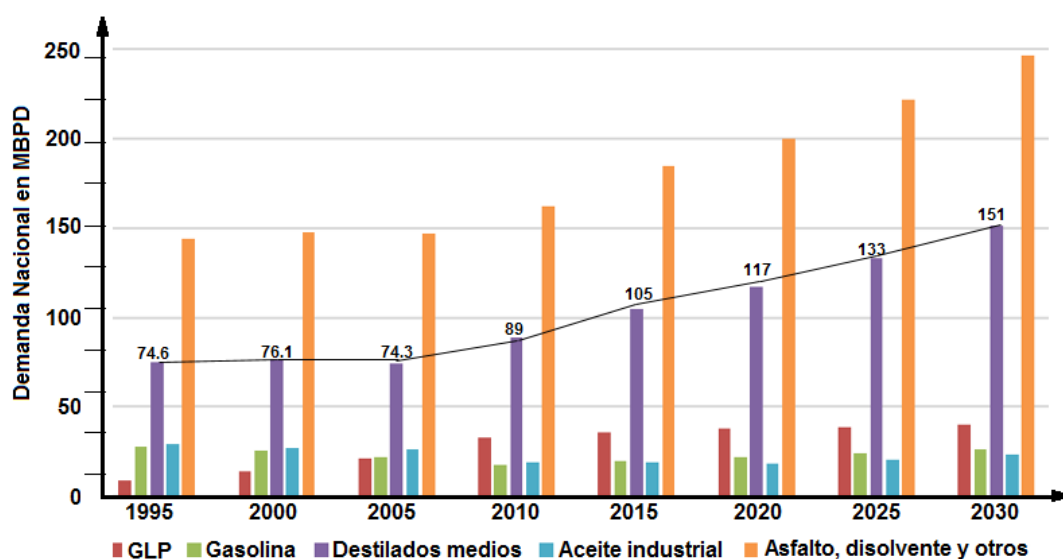


Figura 2.2 Se observa el crecimiento de la demanda fuerte en Destilados medios como los gasóleos, entre los cuales está el diésel.

La Refinería Talara deberá capturar las perspectivas del fuerte crecimiento de diésel y la demanda estable de gasolina teniendo un esquema de refinería de diesel/gasolina equilibrado. Esto requerirá la inversión en unidades de hidrodesulfurización y unidades de conversión para maximizar la conversión de fondo de barril en gasolina, destilados y GLP con más énfasis en tecnologías impulsadas por diésel.

Con respecto a la Demanda del Mercado externo, se presenta de manera similar el fuerte crecimiento de la demanda de destilados en Sudamérica, muchos países en la Costa Pacífica de Latinoamérica están encontrando dificultades a la hora de cubrir dichas demandas. Aunque se espera un lento crecimiento en la demanda de gasolina, la región tiene generalmente un excedente de producción.

Puesto que la comercialización de GNL es cada vez más mayor en la región, el gas natural, como un combustible de generación de energía, seguirá desplazando el uso tradicional del fuel oil por el sector industrial y las compañías energéticas.

Consecuentemente, la demanda regional de fuel oil continuara cayendo.

Mientras no se materialice un proyecto de refinería en Ecuador, las oportunidades de exportar diésel, gasolina y GLP existirán para la Refinería Talara a medio plazo. El fueloil puede también ser exportado a Centroamérica.

2.2.6 BENEFICIOS DEL PROYECTO

- Reducir las enfermedades derivadas de los óxidos de azufre y partículas provenientes de combustibles.
- Mejorar la rentabilidad de la empresa:
 - Disminuir las importaciones de diesel de bajo azufre
 - Utilizar materias primas mas baratas (mezcla de crudo pesado y liviano)
 - Procesos optimizados de refinación que permitirán obtener productos de mayor precio.
- Dinamizar el desarrollo económico de Talara y la Región.

2.2.7 ANALISIS DE LA DISPONIBILIDAD DEL CRUDO

Perú está anticipando un incremento en la producción de petróleo crudo hasta 2015, que se estabilizará sobre 2022, una producción total estimada en 110M b/d (actualmente la capacidad de la refinería es de 65M b/d, y se ampliara a 95M b/d).

El área de mayor crecimiento será en crudos pesados y muy pesados de la Región Jungla. No se han proyectado aumentos significativos para crudos ligeros (p. ej. mezcla ONO actualmente producida en la cuenca de Talara).

Ecuador continuara jugando el papel principal en el suministro de crudo medio (Oriente) y crudo pesado (Napo) a la región de la Costa Pacífica.

A nivel mundial, Angola, Nigeria y los países de Oriente Medio seguirán siendo los exportadores clave de crudos ligeros. La economía de importación de estos crudos ligeros africanos a Perú se verá afectados por los costos de transporte, cuando se comparen con los crudos indígenas.

2.2.8 Conformación actual de la Refinería de Talara

La estructura actual de la Refinería Talara comprende:

- Una unidad de destilación atmosférica (65,000 bpd),
- Una unidad de vacío (28,000 bpd) y
- Una unidad de craqueo catalítico de fluidos (19,000 bpd).

Las especificaciones actuales de producto de azufre son 50 ppmw (máx.), para gasolina y 50 ppmw (máx.) para diesel. Sin inversión en unidades de desulfurización, la refinería no será capaz de cumplir las especificaciones más

estrictas de combustibles limpios y esto llevará a una futura presión en el país para satisfacer el fuerte crecimiento de GLP, diesel y gasolina. Además, una refinería sin capacidades de conversión tiene un alcance limitado para la selección flexible de crudos.

Invirtiendo en dichas tecnologías le permitirá a la Refinería Talara procesar crudos pesados ácidos y aumentar el margen neto de la refinería. La decisión de renovar la refinería actual es una obligación y tendrá repercusiones positivas en la competitividad de Petroperú, a la vez que en la estabilidad del mercado peruano de hidrocarburos.

2.2.9 Configuración de la nueva refinería de Talara

El PMRT es un Megaproyecto que involucra el diseño, procura y construcción de dieciséis Unidades de Proceso para la refinación de petróleo, cinco Unidades que suministrarán Servicios Auxiliares e Infraestructura complementaria que permitirá ampliar la actual Refinería de Talara.

Teniendo en cuenta los estudios de mercado del crecimiento futuro de la demanda de GLP, gasolina y diésel, la configuración de la nueva Refinería proyectan diferentes esquemas de conversión para permitir que procese materia prima más estricta pesada y ácida, y mejorar los productos de mayor valor, cumpliendo con las nuevas especificaciones peruanas (azufre por debajo de 50 ppmw). El estudio consideró las opciones de actualización del residuo de vacío incluyendo, Flexicoker, Hidrocraqueo de residuos y desasfaltado con solventes.

Al considerar la conversión de gasóleo al vacío, y mirando más en profundidad la previsión de la demanda, una refinería con Hidrocraqueo es también una buena opción permitiendo a la Refinería Talara explorar completamente la firme perspectiva para diesel interno mientras minimiza la gasolina de exportación.

Un leve hidrocraqueo combinado y un esquema FCC también dotará la refinería con un equilibrado de gasolina/diésel para consolidar el producto y una fuerte capacidad de diesel ultra-bajo en azufre.

El procesamiento de crudos ácidos pesados y la instalación de unidades de hidroprocesamiento en una refinería modernizada llevara a la producción de cantidades significativas de gases ácidos y gases de los despojadores de agua ácida que requieren un procesamiento aguas abajo. Petroperú ha optado por una tecnología de ácido sulfúrico en vez de una unidad Claus convencional (producción de azufre sólido).

UNIDADES

Es un desarrollo tecnológico que modificará íntegramente el esquema actual de producción de la Refinería Talara y de Petroperú en general, mediante la incorporación de nuevos procesos de refinación, servicios auxiliares y facilidades relacionadas. La nueva refinería Talara se está construyendo con los estándares más altos de tecnología y competitividad de la región.

UNIDADES DE PROCESO

- Unidades de separación física: Separación de mezclas de hidrocarburos
 - Destilación Primaria – DP1,
 - Destilación al vacío – DV3 y
 - Recuperación de gases – RG1 y RG2
- Mejoramiento de calidad:
 - Gasolinas de bajo octanaje son convertidas a gasolinas de alto octanaje (97).
 - Unidad de Reformación Catalítica (RCA)
- Unidades de conversión:
 - Conversión de los residuos pesados a productos livianos (diésel, gasolina y GLP).
 - Unidades de craqueo catalítico fluidizado – FCC y Flexicoking – FCK
- Unidades de reducción de azufre:
 - Hidrotratamiento de diésel –HTD, retirar azufre de las gasolinas y diésel.
 - Hidrotratamiento de Nafta – HTN
 - Hidrotratamiento de Nafta de FCC – HTF

UNIDADES AUXILIARES

Plantas y facilidades

- Unidades de Producción de hidrógeno,
- Unidades de Producción de nitrógeno,
- Unidades de tratamiento del gas ácido del proceso para su conversión en ácido sulfúrico.

- Unidades de diferentes tipos de aguas, electricidad, vapor y tratamiento de condensados.
- Entre los principales suministros: aire (7457 m³/h), vapor (606 T/h), agua de enfriamiento (19214 T/h), energía eléctrica (100 MW), nitrógeno (3200 Sm³/h) y gas combustible (702 Gcal/h).

ALMACENAMIENTO Y DESPACHO

- Almacenamiento: Construcción de 21 nuevos tanques (1.5 millones de barriles de capacidad) y la instrumentación (inventario, transferencia y custodia) de 30 de los tanques existentes.
- Sistema de Despacho: nuevo Muelle de Carga Líquida (MU2), que permitirá la recepción de buques de hasta 52,000 DWT para recibir y despachar en forma simultánea con el actual Muelle de Carga de Líquida (MU1) los nuevos productos e insumos de la refinería.



Figura 2.3 Esquema comparativo de la Refinería actual y la nueva Refinería en construcción (Fuente: PETROPERU-2017)

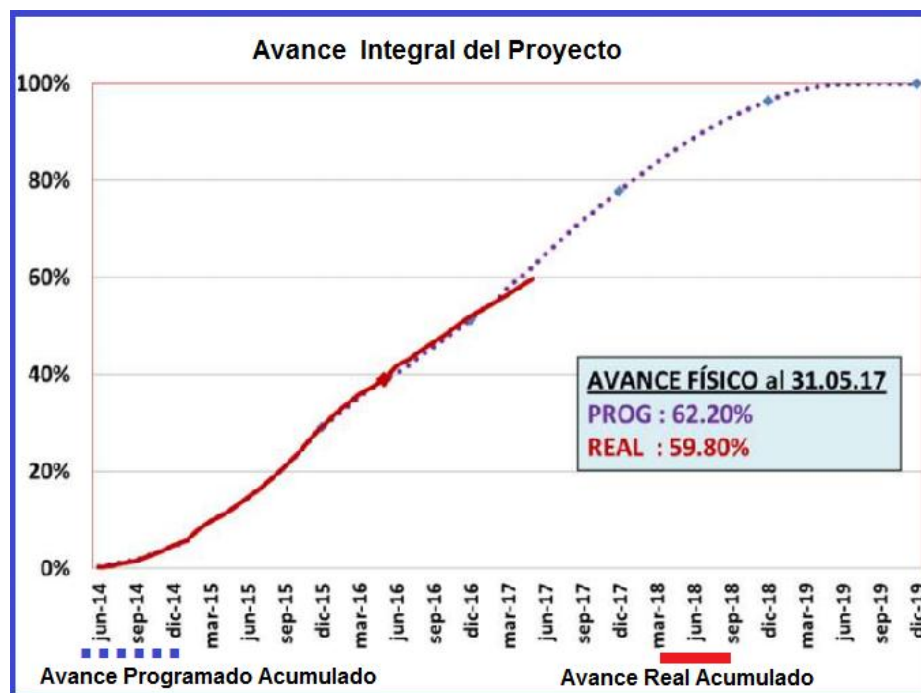


Figura 2.4 Avance integral del proyecto PMRT a Junio 2017 (Fuente: PETROPERU)



Figura 2.5 Nueva refinería de Talara con capacidad para procesar 95M B/D

2.2.10 ESTANDARES DE TECNOLOGIA Y COMPETIVIDAD EN EL PMRT

2.2.10.1 QUE ES EL CODIGO ASME

“The American Society of Mechanical Engineers” – ASME. Este código o estándar internacional se desarrolló según procedimientos que acreditan el cumplimiento de los criterios para los Estándares Nacionales Estadounidenses y es un Estándar Nacional Estadounidense. El Comité de Estándares que aprobó el código o estándar fue evaluado para asegurar que los individuos competentes e interesados hayan tenido la oportunidad de participar. El código o estándar propuesto se puso a disposición del público para que fuese revisado y comentado, lo que ofrece la oportunidad de recibir el aporte público adicional de la industria, academias, agencias reguladoras y el público en general.

ASME no “aprueba”, “califica” ni “avala” ningún ítem, construcción, dispositivo de marca registrada o actividad

ASME solo acepta responsabilidad por aquellas interpretaciones de este documento, emitido de acuerdo con las políticas y procedimientos establecidos por ASME, lo que excluye la emisión de interpretaciones por parte de individuos

2.2.11 CODIGO ASME PARA TUBERÍAS DE A PRESIÓN B31

2.2.11.1 ORIGEN DEL CODIGO ASME B31

En respuesta a la necesidad evidente de la solicitud realizada por la Sociedad Estadounidense ASME, se inició el proyecto B31 en marzo del año 1926, el comité fue formado con representantes de más de 40 sociedades de ingeniería, fabricación, gobierno, institutos y asociaciones de intercambio.

La norma fue publicada inicialmente en 1935 como una norma titulada “American Tentative Code for Pressure Piping” (Código provisional estadounidense para tuberías a presión).

La norma fue actualizada y publicada entre 1942 y 1955 con el título “American Standard for Pressure Piping, ASA B31.1” (Norma estadounidense para tuberías a presión, ASA B31.1).

Luego, se publicó documentos por separado de las diferentes industrias y campos, comenzando con la ASA B31.8-1955, titulada “Gas Transmission and Distribution Piping Systems” (Sistemas de tubería de distribución y transmisión de gas), la cual cubría gasoductos.

La primera norma para tuberías utilizadas en refinerías de petróleo fue designada ASA B31.3-1959 y publicada en dicho año. La cual fue actualizada y publicada nuevamente en 1962 y 1966.

Entre 1967 y 1969, la American Standards Association se convirtió en United States of America Standards Institute (Instituto de Normas de Estados Unidos de América). Además, el Comité Seccional pasó a llamarse Comité American National Standards B31 y el Código recibió el nuevo nombre de “The American National Standard Code for Pressure Piping” (Código estándar nacional estadounidense para tuberías a presión).

En 1976 se integró y desarrolló la sección de Código titulada “Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping” (Tubería para refinerías de petróleo y plantas químicas). La primera edición se publicó bajo el nombre de ANSI B31.3-1976.

En 1978, el Comité de Normas fue reorganizado como un Comité según los procedimientos de ASME con acreditación del ANSI. Hoy en día es conocido como el Comité B31 “ASME Code for Pressure Piping” (Código ASME para tuberías a presión).

En 1984, se realizaron cambios, se completó la integración de los requisitos a material criogénico; se agregó un nuevo capítulo independiente que cubría tuberías sometidas a alta presión; y se reorganizó la cobertura de fabricación, inspección, pruebas y esfuerzo permitidos. La nueva edición se denominó ASME/ANSI B31.3-1987.

Los anexos se publicaron en intervalos de tres años, para mantener el Código actualizado. Sin embargo, se incorporaron nuevos apéndices que cubrían requisitos para uniones de expansión de fuelles, vida útil estimada, solicitudes de consultas, bridas de aluminio y control de calidad de las ediciones de 1990, 1993, 1999 y 2002, las cuales se publicaron con el título ASME B31.3.

2.2.11.2 COMITÉ B31 SISTEMAS DE TUBERÍAS A PRESIÓN

El Código ASME B31 para tuberías a presión consiste en un número de secciones publicadas individualmente, cada una Norma Nacional Estadounidense, según la dirección del Comité B31 de ASME, Código para Tuberías a Presión.

Las reglas para cada sección reflejan los tipos de instalaciones de tuberías consideradas durante su desarrollo, dentro de las cuales se encuentran los códigos o Estándares de tecnología y competitividad en tomados como referencia en el

PMRT. Aplicación de las Normas ASME 831 .3 (tuberías de proceso) y ASME 831 .1 (tuberías de alimentación). Y Otros códigos y estándares industriales diversos.

CODIGO B31.1 Tuberías de potencia: tuberías que se encuentran comúnmente en las estaciones de generación de energía eléctrica, en plantas industriales e institucionales, sistemas de calentamiento geotérmico y en sistemas de calentamiento y de enfriamiento, tanto central como por distrito.

B31.3 Tuberías de proceso: se encuentran típicamente en las refinerías de petróleo, en plantas químicas, farmacéuticas, papeleras, de semiconductores y criogénicas, y en plantas y terminales relacionados con el procesamiento.

La Sección B31.3 del código para tuberías de proceso. De ahora en adelante, cuando la palabra Código se utilice sin ninguna identificación específica, esto significa esta Sección del Código.

Es responsabilidad del propietario seleccionar la Sección del Código que mejor se aplique a la instalación de tuberías propuesta. Los factores que el propietario debe tener en cuenta incluyen: limitaciones de la Sección del Código, requisitos jurisdiccionales y aplicabilidad de otros códigos y normas. Se deberán cumplir todos los requisitos de la Sección del Código seleccionada que apliquen.

Para algunas plantas o instalaciones, es posible que se aplique más de una Sección del Código a diferentes partes de estas. Asimismo, el propietario es responsable, si fuese necesario, de establecer requisitos complementarios a los del Código con el objetivo de garantizar un sistema de tuberías seguro para la instalación propuesta.

Dentro de una instalación, es posible que ciertas tuberías estén sujetas a otros códigos y normas, incluido, entre otros, lo siguiente:

- Código Nacional de Gas Combustible ANSI Z223.1: tubería para gas combustible desde el punto de entrega hasta la conexión de cada dispositivo de utilización del combustible.
- Normas de Protección contra Incendio NFPA: sistemas de protección contra incendio que utilizan agua, dióxido de carbono, halón, espuma, químicos secos y químicos húmedos.
- Instalaciones para el cuidado de la salud NFPA 99: sistemas de gas para instalaciones médicas y de laboratorio.

- Códigos de tuberías y edificios, según corresponda, para agua potable caliente y fría, y para sistemas de cloacas y drenajes.

El Código establece requisitos de ingeniería considerados necesarios para el diseño y la construcción seguros de tuberías a presión. Aunque la seguridad es un aspecto básico, este factor por sí sólo no regirá, necesariamente, las especificaciones finales para cualquier instalación de tuberías. Se advierte al diseñador que el Código no es un manual de diseño y no elimina la necesidad del criterio de un ingeniero competente o de un diseñador.

Los requisitos para diseño del Código, se encuentran, de la manera más amplia posible, establecidos en términos de fórmulas y principios básicos de diseño. Estos se complementan, de ser necesario, con requisitos específicos a fin de asegurar una implementación coherente de principios, y de guiar la selección y aplicación de elementos de tuberías.

El Código prohíbe diseños y prácticas conocidas como inseguras e incluye advertencias cuando se ameriten precauciones, pero ninguna prohibición está señalada.

Esta sección del Código incluye lo siguiente:

- Referencias a especificaciones de materiales aceptables y a normas de componentes, incluidos requisitos dimensionales y clasificaciones de presión-temperatura.
- Requisitos para el diseño de componentes y ensamblajes, incluidos soportes de tuberías.
- Requisitos y datos para la evaluación y limitación de esfuerzos, reacciones y movimientos asociados con la presión, los cambios de temperatura y otras fuerzas.
- Orientación y limitaciones para la selección y aplicación de materiales, componentes y métodos de unión.
- Requisitos para la fabricación, el ensamblaje y el montaje de tuberías.
- Requisitos para exámenes, inspecciones y pruebas de tuberías.

2.2.12 CONDICIONES DE DISEÑO

Se establece las calificaciones del diseñador, define las temperaturas, presiones y fuerzas aplicables al diseño de tubería, y establece cómo deben considerarse varios efectos y sus cargas consecuentes.

- **Calificación del diseñador:** El diseñador es la persona o personas a cargo del diseño de ingeniería de un sistema de tuberías y que deberá tener experiencia en el uso de este Código. Las calificaciones y experiencia que se le exijan al diseñador dependerán de la complejidad y criticidad del sistema y de la naturaleza de su experiencia individual.
- **Presión de diseño:** La presión de diseño de cada componente en un sistema de tuberías no deberá ser menor a la presión obtenida para la condición más severa de presiones y temperaturas coincidentes (mínima o máxima), internas o externas, que se esperan alcanzar durante el servicio. La condición más severa es aquella en la cual se genera el espesor requerido más grueso del componente y la clasificación más alta. Cuando existe más de un conjunto de condiciones de presión-temperatura para un sistema de tuberías, las condiciones que rigen la clasificación de componentes que se conforma según normas, pueden diferir de las condiciones que determinan la clasificación de los componentes diseñados. Cuando un tubo está separado en cámaras individualizadas sometidas a presión (incluida tubería encamisada, espacios, etc.), la pared de división deberá estar diseñada según las condiciones coincidentes más severas que se esperan durante el servicio, en términos de temperatura (mínima o máxima) y de presión diferencial entre las cámaras colindantes.
- **Temperatura de diseño:** La temperatura de diseño de cada componente en un sistema de tuberías es la temperatura a la cual, bajo una presión coincidente, se requiere el mayor espesor o la clasificación más alta del componente, (Para cumplir con los requisitos del párrafo anterior, los diferentes componentes en el mismo sistema de tuberías pueden tener temperaturas de diseño diferentes.). Para establecer la temperatura de diseño, se deberá considerar al menos las temperaturas de flujo, las temperaturas ambientales, la radiación solar, las temperaturas de los medios de calentamiento o enfriamiento. La temperatura mínima de diseño es la temperatura más baja esperada en el servicio a la que deberá someterse un

componente. Esta temperatura puede generar requisitos especiales de diseño o de calificación de materiales.

- Efectos ambientales: enfriamiento, efectos en la expansión de fluidos, congelamiento atmosférico, temperatura de ambiente baja.
- Efectos dinámicos: impacto, viento, terremoto, vibración reacciones de descarga.
- Efectos de peso: cargas vivas, cargas muertas.
- Efectos de expansión y contracción térmica.

2.2.13 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)

Son métodos de inspección que se emplean para la detección y evaluación de discontinuidades superficiales, sub-superficiales e internas de los materiales sin destruirlos, sin alterar o afectar su utilidad futura.

Los ensayos no destructivos son un campo de la ingeniería que se aplica en la fabricación y/o construcción de sus componentes, sub-ensambles, equipos de instalaciones donde intervienen varias actividades.

APLICACIÓN

La Inspección aplica en:

- Recepción de materia prima
- Procesos de fabricación
- Maquinado o ensamble final
- Procesos de reparación
- Servicios y paros de mantenimiento preventivo

Campos de Aplicación:

Los ensayos no destructivos son métodos de inspección que pueden ser aplicados en los diferentes sectores de la industria entre ellos:

- Industria Aeronáutica
- Industria Metalmecánica
- Industria Naval
- Industria Petrolera

2.2.14 CLASIFICACION DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS SEGUN EL ALCANCE DEL METODO

2.2.14.1 TECNICAS DE INSPECCION SUPERFICIAL

Se emplean para detectar y evaluar las discontinuidades abiertas a la superficie (VT y PT) y/o muy cercanas a ella (MT y ET)

2.2.14.2 METODOS DE INSPECCION VOLUMETRICA

Se emplean para verificar la sanidad interna de los materiales. Comprueban el grado de integridad de un material en todo su espesor. (UT, RT, NRT, AET)

2.2.14.3 METODOS DE INSPECCION DE LA INTEGRIDAD O HERMETICIDAD

Son las técnicas de inspección que se emplean para determinar la hermeticidad de un equipo o sistema que contiene un fluido (Líquido o Gas) a una presión superior, igual o inferior a la atmosférica. Se tienen dos grupos:

- a) Pruebas por cambio de Presión
 - Hidrostática
 - Neumática
- b) Pruebas por perdidas de Fluido
 - Espectro de masas
 - Detector de halógenos (Gases compuestos que contienen Cl, F, Br, I)
 - Prueba de burbuja

2.2.14.4 VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS METODOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Todos los métodos tienen ventajas y limitaciones, y su principal ventaja es que se complementan entre sí. Las parejas clásicas son:

- MT Vs. PT
- UT Vs. RT
- NRT Vs. RT

VENTAJAS

- El material inspeccionado sigue siendo útil.
- Son rápidos de aplicar.
- Aumentan la seguridad y confiabilidad de un producto.
- Se pueden emplear en cualquier parte del procedimiento de producción.

LIMITACIONES

- Sus determinaciones solo son cualitativas.
- Sus resultados siempre dependen del patrón de referencia empleado en la calibración.
- La confiabilidad de los resultados dependen de gran medida de la habilidad del inspector.

2.2.14.5 RAZONES PARA SELECCIONAR UN MÉTODO DE END

- En la inspección de recepción, determina si la materia prima cumple con los requisitos de calidad solicitados por el cliente.
- En la inspección de proceso, determina si un objeto es aceptable después de cada etapa de fabricación.

2.2.14.6 DESCRIPCION DE LOS END MAS USUALES EN LA INSPECCION DE TUBERIA

INSPECCION VISUAL

Dentro de los diferentes métodos de control mediante técnicas no destructivas nos encontramos con el más básico y no por ello menos importante, la Inspección Visual.

La inspección visual es el primer control de componentes nuevos y también durante y después de su ciclo de vida. Consiste en revisar la calidad de las superficies, revelando defectos de superficie durante la manufactura y posteriormente en la operación. Su objetivo es detectar y examinar una gran variedad de fallas superficiales tales como: abrasión, daños mecánicos, procesos de fabricación, corrosión, contaminación, acabado y discontinuidades en uniones, como soldaduras, sellados, conexiones soldadas etc.

Requisitos de la Inspección Visual

Antes de iniciar una inspección visual, es conveniente conocer lo siguiente:

- Este método, aparentemente fácil, requiere de competencias específicas por parte del inspector, procedimientos de trabajo determinados y en algunos casos, el uso de tecnología.
- Los métodos de inspección visual pueden incluir una gran variedad de equipamientos que permiten desde la inspección visual propiamente dicha hasta

la utilización de microscopios para medición de la profundidad de raspaduras en la terminación de superficies pulidas.

2.2.15 LÍQUIDOS PENETRANTES

La inspección por Líquidos Penetrantes es un ensayo no destructivo empleado para detectar e indicar discontinuidades que afloran a la superficie de los materiales examinados.

La capacidad de penetración (capilaridad) de los líquidos depende principalmente de las propiedades de mojabilidad (ángulo de contacto entre líquido y sólido: (α)), tensión superficial (T) y viscosidad (μ). Un buen poder de penetración se consigue con un líquido de elevada tensión superficial, pequeño ángulo de contacto (menor a 90°) y baja viscosidad.

2.2.15.1 Requisitos de la Inspección por Líquidos Penetrantes

Antes de iniciar la inspección por Líquidos Penetrantes, es conveniente tomar en cuenta los siguientes datos:

- Definir las características de las discontinuidades y el nivel de sensibilidad con que se las quiere detectar.
- Verificar la condición de la superficie a inspeccionar.
- Una vez seleccionado uno o varios proveedores, nunca se deben mezclar sus productos; como por ejemplo, emplear el revelador del proveedor A con un penetrante del proveedor B.

2.2.16 ULTRASONIDO INDUSTRIAL

La inspección por Ultrasonido Industrial (UT) se basa en la impedancia acústica, la que se manifiesta como el producto de la velocidad máxima de propagación del sonido entre la densidad de un material.

Los equipos de ultrasonido que se emplea actualmente permiten detectar discontinuidades superficiales, subsuperficiales e internas, dependiendo del tipo de palpador utilizado y de las frecuencias que se seleccionen dentro de un ámbito de 0.25 hasta 25 MHz.

Las ondas ultrasónicas son generadas por un cristal o un cerámico piezoeléctrico dentro del palpador; este elemento, que llamaremos palpador, tiene la propiedad de transformar la energía eléctrica en energía mecánica y viceversa. Al ser excitado eléctricamente, y por el efecto piezoeléctrico, el palpador vibra a altas frecuencias

(lo que genera ultrasonido); estas vibraciones son transmitidas al material que se desea inspeccionar. Durante el trayecto en el material, la intensidad de la energía sónica sufre una atenuación, que es proporcional a la distancia del recorrido. Cuando el haz sónico alcanza la frontera del material, dicho haz es reflejado. Los ecos o reflexiones del sonido son recibidos por otro (o por el mismo) elemento piezoeléctrico y su señal es filtrada e incrementada para ser enviada a un osciloscopio de rayos catódicos, en donde la trayectoria del haz es indicada por las señales de la pantalla; también puede ser transmitida a un sistema de graficado, donde se obtiene un perfil acústico de la pieza a una pantalla digital o a una computadora, donde se leerá un valor para el análisis matemático de la información lograda.

En muchos aspectos la onda de ultrasonido es similar a las ondas de luz; ambas son ondas y obedecen a una ecuación general de onda.

2.2.16.1 Requisitos de la Inspección por Ultrasonido Industrial

Antes de iniciar una inspección por UT, es necesario definir los siguientes parámetros, a fin de hacer una correcta selección del equipo de trabajo:

- Cuál es el tipo de discontinuidad que puede encontrarse.
- Qué extensión y orientación puede tener en la pieza.
- Qué tolerancias se pueden aplicar para aceptar o rechazar la indicación.

Todo instrumento de inspección ultrasónica debe ser revisado y, en caso necesario, recalibrado por un taller de servicio autorizado por el fabricante.

2.2.17 PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

La inspección por Partículas Magnéticas es un ensayo no destructivo que permite detectar discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos.

El principio del método es la formación de distorsiones del campo magnético o de polos cuando se genera o se induce un campo magnético en un material ferromagnético; es decir, cuando la pieza presenta una zona en la que existen discontinuidades perpendiculares a las líneas del campo magnético, éste se deforma o produce polos. Las distorsiones o polos atraen a las partículas magnéticas, que fueron aplicadas en forma de polvo o suspensión en la superficie sujeta a inspección y que por acumulación revelan las discontinuidades que se observan visualmente de manera directa o bajo luz ultravioleta.

2.2.17.1 Requisitos de la Inspección por Partículas Magnéticas

Antes de iniciar la inspección por Partículas Magnéticas, es conveniente tomar en cuenta los siguientes datos:

1. La planificación de este tipo de inspecciones se inicia al conocer cuál es la condición de la superficie del material y el tipo de discontinuidad a detectar. Así mismo deben conocerse las características metalúrgicas y magnéticas del material a inspeccionar; ya que de esto dependerá el tipo de corriente, las partículas a emplear y, en caso necesario, el medio de eliminar el magnetismo residual que quede en la pieza.
2. Una vez seleccionado uno o varios proveedores, nunca se deben mezclar sus productos, como puede ser el caso de emplear las partículas del proveedor A con un agente humectante del proveedor B.

2.2.18 ELECTROMAGNÉTICA (EMI)

Principio de funcionamiento

Cuando a una pieza ferromagnética se le somete a la acción de un campo magnético H , se induce en dicha pieza un flujo magnético, cuyo valor depende de la permeabilidad del material. Cuando las líneas de flujo magnético encuentran a su paso una discontinuidad en la pieza, estas líneas se deforman y salen de la pieza formando un campo de fuga. Hasta aquí este método es parecido al método de Partículas Magnéticas, pero en lugar de espolvorear partículas magnéticas para detectar las discontinuidades, en el método de Campos de Fuga se detectan las discontinuidades con sensores. Para este caso de tubos de perforación los sensores son unas bobinas pequeñas en movimiento (estos sensores van en el buggy) a las cuales los campos de fuga le inducen corriente eléctrica.

La vida útil de una refinería tiene su tiempo determinado, por eso es que se desarrollan proyectos de modernización en los cuales se procede a realizar montajes mecánico eléctricos, en la parte de equipos, estructuras, tuberías, entre otros.

En el proceso de prefabricado y montaje de las tuberías se tiene que llevar un orden para su control de calidad e inspección, el control dimensional y los giros en el armado tienen que ejecutarse según lo indique el plano en su última revisión; así como la ubicación y giros de los soportes para las pruebas neumáticas e hidrostáticas, como

procedimiento final serán liberadas o aprobadas por el contratista TR, en algunos casos se necesitará la aprobación del empleador CPT.

2.3 GLOSARIO DE TERMINOS BASICOS

- **Norma:** Es un documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece, para usos comunes y repetidos, reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados, procurando obtener un nivel óptimo de ordenamiento en un determinado contexto.
- **Códigos:** Código es “un cuerpo de leyes, de una nación, ciudad, etc., arreglado sistemáticamente para fácil referencia. Cuando una estructura, es construida dentro de la jurisdicción de una ciudad o país, ésta, a menudo cumple con ciertos códigos de construcción.

Dado que los códigos consisten de leyes, tienen un status legal, por lo tanto son de carácter mandatorio. En términos generales, los trabajos deben realizarse de acuerdo a algún código.

- **Estándares:** Un estándar es tratado como un documento separado, sin embargo, el término estándar, aplica también a numerosos tipos de documentos, incluyendo códigos y especificaciones. Un estándar, es el resultado de una votación elaborada y procedimientos de revisión y son realizados de acuerdo a las reglas establecidas por la American National Standard Institute (ANSI).
- **Especificaciones:** La especificación, es una descripción detallada o listado de atributos requeridos en algún ítem u operación, no únicamente están listados los requerimientos, usualmente, contempla la descripción de cómo deben ser cuantificados. De acuerdo a necesidades específicas, aparecen en diferentes formas que describen requerimientos específicos.

La Organización Internacional para Estandarización (ISO), ha establecido estándares y especificaciones para el comercio internacional y el intercambio de servicios.

Normalización: De acuerdo con la ISO la normalización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico.

La normalización implica la participación de personas que representan a distintas organizaciones de los tres sectores involucrados: productores, consumidores e intereses generales. Estos representantes aportan su experiencia y sus conocimientos para establecer soluciones a problemas reales o potenciales.

Calificación: Habilidad y conocimientos demostrados, junto con entrenamiento documentado y experiencia documentada, requerida para el personal que realiza actividades en una forma apropiada de un trabajo específico.

Ensayo No Destructivo (END): Un proceso que involucra la inspección, prueba o evaluación de materiales, componentes o ensambles para detectar la presencia de discontinuidades o determinar ciertas propiedades o problemas de maquinado sin tener que separar, destruir o afectar el servicio de las piezas. A través de este documento el término END será usado para la inspección de materiales, detección de fallas o aplicaciones de mantenimiento predictivo.

Defecto: Discontinuidad o grupo de discontinuidades cuyas especificaciones no cumplen un criterio de aceptación específico.

Discontinuidad: Interrupción que puede ser intencional o no en la estructura física o configuración de una parte.

Evaluación: Revisión después de la interpretación de las indicaciones observadas para determinar si cumplen o no con el criterio de aceptación especificado.

Examen visual: Examen aplicado para determinar las condiciones mecánicas y estructurales generales de componentes y sus soportes, tales como la presencia de corrosión, desgaste, erosión, pérdida de partes y la pérdida de integridad de conexiones roscadas o soldadas.

Imperfección: Desviación de una característica de calidad en una condición intentada.

Indicación: La que marca o denota la presencia de algo. Evidencia de una discontinuidad que requiere una interpretación para determinar su significado.

Indicación Falsa: Una indicación que es interpretada como causada por una condición diferente a una discontinuidad o imperfección.

Indicación Lineal: Aquellas indicaciones que son de tipo grieta, dentadas o que tienen extremos agudos o que tienen una longitud mayor que tres veces su ancho.

Indicación no relevante: Una indicación que es causada por una condición o tipo de discontinuidad que no es rechazable.

Indicación redonda: Aquellas indicaciones que son de forma circular o elíptica con una longitud igual o menor que tres veces su ancho.

Indicación relevante: Una indicación que es causada por una condición o tipo de discontinuidad que requiere ser evaluada

CAPITULO III

3 ARMADO DE PREFABRICADO Y MONTAJE DE TUBERÍAS EN UNIDADES HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-RG2 PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA (PMRT)

3.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA REPARACIÓN DE SOLDADURAS Y MATERIAL BASE

3.1.1 RESPONSABILIDADES

En cada área de trabajo, todos los trabajadores tienen asignados sus cargos, como por ejemplo: capataces, inspectores, supervisores, oficiales tuberos, ayudantes, moladores, vigías, ingenieros de seguridad, entre otros.

- **Gerente de Construcción**

Es el encargado de proveer recursos necesarios para la ejecución y programación de las actividades. Así como evalúa, analiza, corrige y aprueba los procedimientos. Asegura que se cumplan las normas de seguridad y calidad de acuerdo a los requerimientos.

- **Jefe de Área**

Es la persona encargada de Organizar la adecuada implementación del procedimiento de acuerdo a los requerimientos y según las políticas y estándares establecidos. Aprobar los procedimientos e instructivos de trabajo en coordinación con las oficinas de áreas competentes. Coordinar el abastecimiento de los recursos y medios necesarios para la implementación del procedimiento de trabajo. Aceptar o rechazar un suministro proveniente del almacén o un servicio ejecutado por un contratista que no cumpla con los requisitos del procedimiento de trabajo.

- **Supervisor Mecánico / Ingenieros de frente de mecánico**

Son las personas encargadas de la seguridad en primera línea, de coordinar las actividades a realizar, de disponer de los recursos adecuados para el desarrollo de los trabajos.

- **Inspector de NDT Nivel III**

Deberá ser responsable de la total de las calificaciones y examinación del personal y los procedimientos de NDT.

- **Inspector de NDT Nivel II**

Es responsable de la interpretación, evaluación y reporte de los resultados de la inspección de acuerdo a los procedimientos del presente procedimiento.

- **Inspector END**

El personal que realizará el ensayo deberá estar calificado y certificado como nivel II en VT según la práctica recomendada de la ASNT No.SNT-TC-1^a

3.1.2 RECURSOS

3.1.2.1 Mano de obra

- ✓ Inspector de calidad

3.1.2.2 EPP

- ✓ Guantes de seguridad
- ✓ Arnés
- ✓ Gafas
- ✓ Botas de Seguridad
- ✓ Protección Auditiva
- ✓ Casco
- ✓ Cortaviento

3.1.2.3 Herramientas

El equipo para inspección visual de soldaduras que puede ser utilizado es el siguiente:

- ✓ Reglas, escalas, cintas métricas, flexómetro, calibradores vernier, micrómetros, cepillo de acero metálico, indicadores de carátula.
- ✓ Lámparas
- ✓ Espejos
- ✓ Calibradores de soldadura (Bridgecam, calibradores de filete, Hi-Lo, etc.)

La inspección visual de soldaduras para detectar discontinuidades superficiales y para determinar la configuración adecuada de la junta soldada se realiza utilizando fuentes artificiales de luz, espejos, reglas, magnificadores y calibradores especiales de soldadura, los cuales son usados para verificar las características físicas de las soldaduras. Algunos de estos calibradores y su uso se describen a continuación.



Figura Bridgecam y sus diferentes usos

Bridgecam

El calibrador de soldadura llamado BRIDGE CAM es una herramienta básica y versátil para el apoyo en la inspección visual ya que puede realizar 6 distintas mediciones y presenta dos escalas en mm e in, en placas de soldadura en general los Calibradores o escantillones de Soldadura (gages), ofrecen un medio rápido para medir la mayoría de soldaduras de filete, con tamaños desde 1/8" (3.2 mm) a 1" (25.4mm).

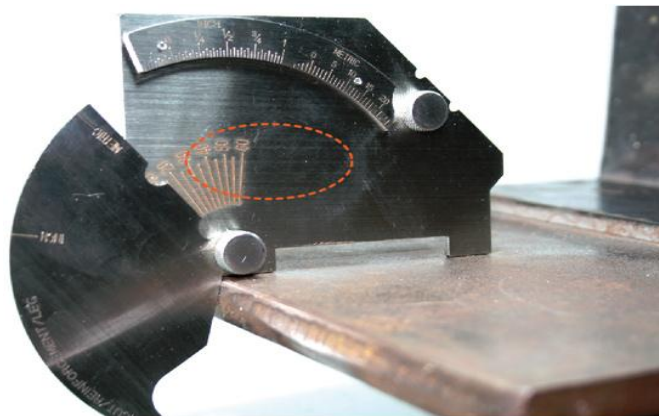


Fig. 1 Medición del Ángulo de preparación

Figura Medición del ángulo de preparación

Herramienta para Medición del ángulo de preparación

Para optimizar el uso de esta herramienta hemos realizado la siguiente toma de mediciones en distintas situaciones que se presentan en campo.

La primera medición realizada es la del ángulo de preparación, la cual podemos medir desde 0 ° a 60 ° como se puede observar presenta la escala para su fácil medición

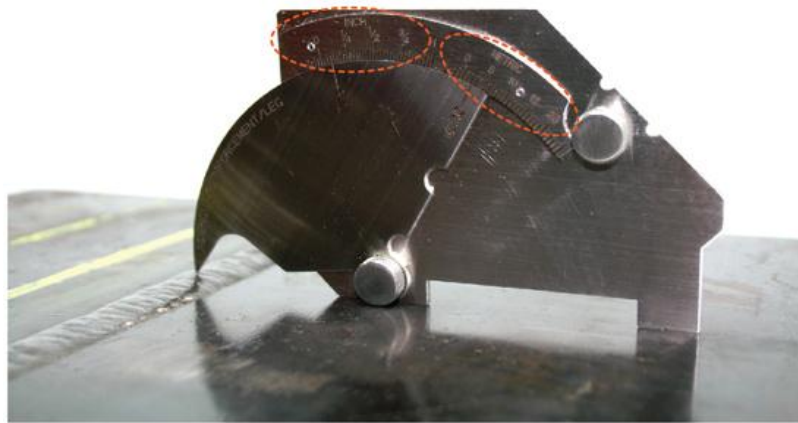


Fig. 2 Medición del Exceso de Soldadura

Figura Medición del exceso de soldadura

Medición del exceso de soldadura

La segunda medición que se puede realizar es la de exceso de metal en el cordón de la soldadura, en esta aplicación el BRIDGE CAM cuenta con las escalas de mm e in.



Fig. 3 Medición de Socavados

Figura . Medición de socavados

Medición de socavados

La tercera aplicación dada a esta herramienta es la de medir la profundidad del socavado, para ello realizamos una discontinuidad de socavado en la placa fuera de la soldadura ya que estas se presentan en los bordes y no se puede apreciar con claridad.

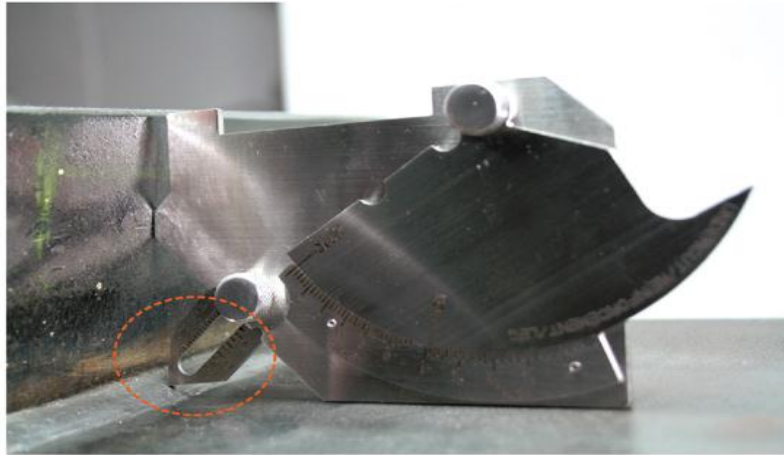


Fig. 4 Tamaño de la garganta de soldadura de filete

Figura Medición de garganta de soldadura de filete

Medición de garganta de soldadura de filete

La cuarta aplicación es la de Tamaño de garganta de soldadura de filete, para ello debemos de colocar el BRIDGE CAM como se muestra en la siguiente figura.

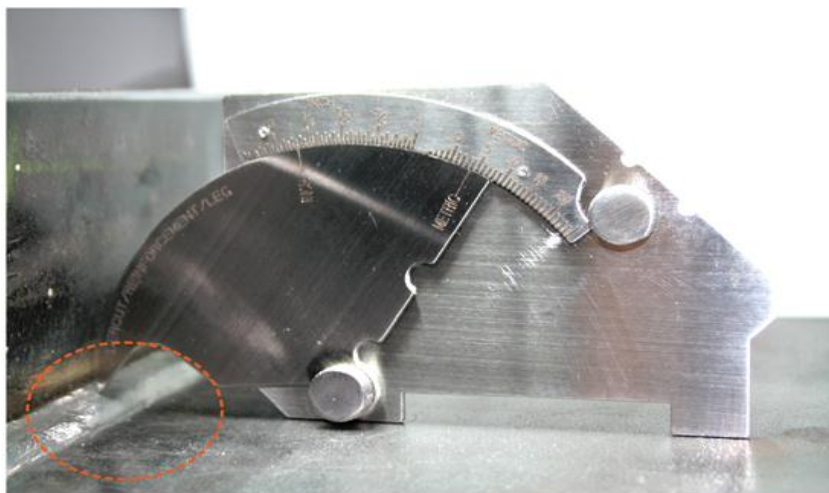


Fig. 5 Medición de longitud de soldadura de filete

Figura Medición de la longitud de soldadura de filete

Medición de la longitud de soldadura de filete

Para realizar la quinta aplicación, longitud de soldadura de filete es necesario colocar el BRIDGE CAM como se muestra en la fig. 5 para que toquen correctamente las dos placas ya que esto es fundamental y así la herramienta pueda medir correctamente.

3.1.3 METODOLOGÍA

3.1.3.1 Definiciones

A continuación se presentan las siguientes definiciones

ASNT: Sociedad Americana de Ensayos no Destructivos.

Calificación: Habilidad y conocimientos demostrados, junto con entrenamiento documentado y experiencia documentada, requerida para el personal que realiza actividades en una forma apropiada de un trabajo específico.

Ensayo No Destructivo (END): Un proceso que involucra la inspección, prueba o evaluación de materiales, componentes o ensambles para detectar la presencia de discontinuidades o determinar ciertas propiedades o problemas de maquinado sin tener que separar, destruir o afectar el servicio de las piezas. A través de este documento el término END será usado para la inspección de materiales, detección de fallas o aplicaciones de mantenimiento predictivo.

Defecto: Discontinuidad o grupo de discontinuidades cuyas especificaciones no cumplen un criterio de aceptación específico.

Discontinuidad: Interrupción que puede ser intencional o no en la estructura física o configuración de una parte.

Evaluación: Revisión después de la interpretación de las indicaciones observadas para determinar si cumplen o no con el criterio de aceptación especificado.

Examen visual: Examen aplicado para determinar las condiciones mecánicas y estructurales generales de componentes y sus soportes, tales como la presencia de corrosión, desgaste, erosión, pérdida de partes y la pérdida de integridad de conexiones roscadas o soldadas.

Imperfección: Desviación de una característica de calidad en una condición intentada.

Indicación: La que marca o denota la presencia de algo. Evidencia de una discontinuidad que requiere una interpretación para determinar su significado.

Indicación Falsa: Una indicación que es interpretada como causada por una condición diferente a una discontinuidad o imperfección.

Indicación Lineal: Aquellas indicaciones que son de tipo grieta, dentadas o que tienen extremos agudos o que tienen una longitud mayor que tres veces su ancho.

Indicación no relevante: Una indicación que es causada por una condición o tipo de discontinuidad que no es rechazable.

Indicación redonda: Aquellas indicaciones que son de forma circular o elíptica con una longitud igual o menor que tres veces su ancho.

Indicación relevante: Una indicación que es causada por una condición o tipo de discontinuidad que requiere ser evaluada.

3.1.3.2 Áreas de examen

Las zonas de interés y superficies a inspeccionar deben ser examinadas como se define a continuación, a menos que el cliente o los documentos aplicables establezcan otros requisitos más estrictos para materiales o aplicaciones específicas:

3.1.3.3 Metal base y soldadura

Deben ser inspeccionados todos los atributos relacionados y requeridos para la soldadura, incluyendo los correspondientes al metal base; las características dimensionales deben ser verificadas utilizando el equipo de medición adecuado.

3.1.3.4 Inspección de componentes

El área de interés debe ser examinada visualmente para detectar discontinuidades superficiales; además deben ser examinadas las superficies adyacentes al área de interés, cuando tales superficies se encuentran expuestas.

3.1.3.5 Desarrollo de la inspección

Las inspecciones se llevan a cabo de conformidad con las disposiciones del código ASME-sección V “Inspección Visual”, las soldaduras ejecutadas deben cumplir con las disposiciones allí descritas en relación con los requisitos exigidos por el inspector.

3.1.3.6 Requerimientos para la inspección de soldadura

A menos que se especifique lo contrario en los pliegos de condiciones, la inspección visual se realiza en todas las soldaduras ejecutadas para la fabricación y montaje de estructuras de acero, como se requiere en la sección 1, 2, 6, 4 de la AISC (Instituto Americano de Construcción de Acero) titulado “Inspección de Soldadura”, que establece que todas las inspecciones deben llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos de la sección V “Non Destructive Examination” Artículo 9.

3.1.3.7 Inspección antes de iniciar a soldar

Se debe crear conciencia para tomar un tiempo en las actividades de inspección antes de comenzar a soldar, con esto se evitan errores y se facilita el progreso del trabajo.

3.1.3.8 Inspección visual durante la ejecución de las soldaduras

La inspección visual durante la soldadura es la que ofrece el mayor desafío para el inspector, ya que la deficiencia en la aplicación de la soldadura causada por la falta de conocimiento de procedimientos y técnicas de soldaduras apropiadas o la secuencia de estos resulta en costos adicionales y re trabajos.

3.1.3.9 Inspección después de ejecutada la soldadura

Se deben registrar y documentar todas las condiciones en el formato de inspección Visual de uniones soldadas y el 02070-CON-PIP-12 Informe de inspección visual de soldaduras, la información registrada debe proporcionar la descripción detallada, incluyendo la localización, tamaño y extensión de la condición:

- ✓ Grietas o indicaciones tipo grieta
- ✓ Corrosión, erosión, picaduras corte por vapor
- ✓ Desgaste de superficies ensambladas o ajustadas, rasguños, rayones
- ✓ Daño estructural o mecánico, desplazamientos, distorsión
- ✓ Pérdida de partes como sujetadores (pernos, tornillos)
- ✓ Restos o escombros observados dentro de componentes
- ✓ Pérdida de integridad de conexiones, reducciones de diámetros
- ✓ Alineación de partes

3.1.4 Procedimiento para inspección visual para tubería bajo el código ASME B31.1 Y B31.3

3.1.4.1 Soldadura Fisurada

Causa posible: Electrodo inadecuado, falta de relación entre el tamaño de la soldadura y las piezas a unir, Deficiente preparación de la junta, unión muy rígida.

Recomendaciones: Retire la rigidez de la unión mediante un proceso adecuado, pre calentamiento de las piezas, evite las soldaduras con primer pase, soldar desde el centro hacia los extremos, seleccionar un electrodo adecuado, adaptar el tamaño de la soldadura de las piezas de una separación adecuada.

3.1.4.2 Apariencia irregular

Causa posible: Conexiones defectuosas, sobrecalentamiento, electrodo inadecuado, longitud de arco y amperaje inadecuado.

Recomendaciones: Utilice la longitud de arco, el ángulo del electrodo (posición) y la velocidad de alimentación apropiada, evitar el sobrecalentamiento del material, uso de una oscilación uniforme evite usar Corrientes demasiado altas

3.1.4.3 Excesiva Penetración

Causa posible: Corriente demasiado alta, la colocación incorrecta del electrodo.

Recomendaciones: Reducir la intensidad de la corriente mantener el electrodo en un ángulo adecuado para facilitar el llenado del bisel.

3.1.4.4 Salpicadura excesiva

Causa posible: Corriente demasiado alta, arco muy largo, golpe magnético excesivo.

Recomendaciones: Reducir la intensidad de la corriente, acortar la longitud de arco.

3.1.4.5 Arco desviado

Causa posible: El campo magnético generado por electrodo, desviación del arco por soplo Magnético.

Recomendaciones: Utilice C.A, evitar la desviación del arco con la posición, mantener el Electrodo en un ángulo apropiado, reubicar la abrazadera de tierra, uso de un banco de trabajo no magnético, utilice barras de latón o cobre para separar una parte del banco.

3.1.5 Soldadura porosa

Causa posible: Arco corto, corriente inadecuada, electrodo defectuoso.

Recomendaciones: Verificar la presencia de impurezas en el metal base, utilice adecuada alimentación de corriente, oscilar para evitar burbujas de aire, electrodo adecuado para el trabajo, longitud del arco constante, electrodos con bajo contenido de hidrógeno.

3.1.5.1 Soldaduras frágiles

Causa posible: Electrodo inadecuado, tratamiento térmico inadecuado, soldadura endurecida al aire, enfriamiento rápido.

Recomendaciones: Uso de electrodo de bajo hidrógeno o tipo austenítico, calentamiento antes o después de la soldadura o en ambos casos, la baja penetración de arco, garantía de un enfriamiento lento.

3.1.5.2 Penetración incompleta

Causa posible: Exceso de velocidad durante el depósito, excesivo amperaje del electrodo, corriente demasiado baja, deficiente preparación de la junta, diámetros de electrodos muy pequeños.

Recomendaciones: Utilice la fuente de alimentación apropiada, suelde despacio para lograr una buena penetración de las raíces, velocidad adecuada, calcular correctamente la penetración del electrodo, elegir un electrodo de acuerdo con el tamaño del bisel, deje suficiente apertura en la parte inferior del bisel.

3.1.6 Socavado

Causa posible: Manipulación defectuosa del electrodo, la selección inadecuada del tipo de electrodo, corriente demasiado alta.

Recomendaciones: Usar una oscilación uniforme para las soldaduras a tope, emplear un electrodo adecuado, evite una oscilación exagerada, el uso moderado de la corriente y soldar lentamente, sostenga el electrodo a una distancia segura vertical para soldaduras horizontales tipo filete.

3.1.7 Procedimiento para tratamiento térmico.

Este procedimiento establece las actividades para conseguir un alivio de tensiones, mediante calentamiento y enfriamiento controlado, aplicando calor uniformemente alrededor de la junta, en forma dosificada hasta alcanzar los valores especificados, así como sus controles, inspecciones realizados por el consorcio CJS durante el proyecto "PMRT2070-25420 Trabajos Electro Mecánicos Área 1" Realizar el tratamiento térmico post soldadura de uniones soldadas de acuerdo a los WPS establecidos para el proyecto.

3.1.7.1 Terminología

Tratamiento de Alivios Térmicos: Es el proceso a los que se someten las uniones soldadas para aliviar las tensiones. Son los procesos a los que se somete los metales y aleaciones ya sea para modificar su estructura, cambiar la forma y tamaño de sus granos o bien por transformación de sus constituyentes. El objeto de los tratamientos es mejorar las propiedades mecánicas, o adaptarlas, dándole características especiales a las aplicaciones que se le van a dar a las piezas

Ancho de Banda: Es el área o zona situada a lado y lado de la soldadura que se somete a tratamiento térmico local. El ancho de la banda a aliviar conteniendo la soldadura en el centro, será como mínimo el equivalente a 6 veces el espesor del material base.

Termocupla: Son sensores de temperatura.}

Dureza: Se entiende por dureza la propiedad de la capa superficial de un material de resistir a la deformación elástica, plástica y destrucción, en presencia de esfuerzos de contacto locales inferiores por otro cuerpo, más duro, el cual no sufre deformaciones residuales (identificador ó penetrador), de determinada forma y dimensiones.

Precalentamiento: Aplicación de calor al material base inmediatamente antes o durante.

7.1.7.2. Procedimiento paso a paso

Para realización del proceso de P.W.H.T es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

Las soldaduras a ser tratadas térmicamente estarán libres de grasas, lubricantes, polvo, pinturas y recubrimientos para evitar daños y cortocircuitos de los accesorios del equipo.

Antes del inicio del tratamiento térmico deberá comprobarse que al componente a tratar le han sido retirados todos los frenos, mordazas, o cualquier tipo de amarre o sujeción que le impida expandirse y contraerse. Así también se comprobará que el componente a tratar cuenta con apoyos suficientes y rígidos que permitan la estabilidad segura del mismo.

La velocidad de calentamiento: Influye en la diferencia de temperatura entre el diámetro interior y el exterior, que alcanza su máximo valor cuando comienza el periodo de mantenimiento. El gradiente térmico radial produce tensiones tangenciales, con las fibras exteriores en compresión y las interiores en tracción, de esta manera la superficie exterior trata de dilatarse mientras que la superficie interior más fría se lo impide. Las tensiones son proporcionales a la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior. A medida que la velocidad de calentamiento aumenta la diferencia de temperatura también lo hace. Sin embargo si no se producen fisuras, no se daña al material pues las TR se relevaban durante el posterior mantenimiento a la temperatura de tratamiento. Estas tensiones parecen ser aceptables para los materiales de uso normal en soldadura, por lo tanto se puede permitir cualquier velocidad que no produzca un gradiente en el espesor superior a los 83°C a menos que algún código o especificación diga lo contrario.

Temperatura de Mantenimiento (TM): Es la temperatura del sostenimiento del PWHT.

Tiempo de Mantenimiento (t): El Código ASME VIII (UCS56) y ASME B31.1 permiten, si no se alcanzó la temperatura especificada de tratamiento, compensar con un mayor tiempo a menor temperatura. Esta práctica de compensar con tiempo la falta de temperatura tiene su límite y en estos códigos la máxima disminución de temperatura aceptada es de 112°C (200°F), si la falta de temperatura supera este límite hay que realizar el Tratamiento nuevamente

Velocidad de enfriamiento (Ve): ASME VIII, indica 400°F/h por pulgada de espesor, para calentamiento y 500°F/h por pulgada de espesor para enfriamiento (UCS 56). En ASME 831.1 (132.5) no hace diferencia e indica la misma velocidad para el calentamiento y enfriamiento, 335°C/h dividido por % del espesor.

Temperatura por debajo de la cual la velocidad de enfriamiento es libre (TLE): Durante el tratamiento térmico será necesario para proteger al elemento a tratar de la oxidación, aplicar algún tipo de recubrimiento como dexaluminite u otro material adecuado, a caras de bridas, superficies mecanizadas, orificios roscados, etc.

Los elementos de calefacción estarán fijados sólidamente en contacto con la pieza a tratar mediante bandas, alambres o correas metálicas de acero inoxidable o acero suave para adaptarse a la geometría del componente a tratar. Bajo ninguna circunstancia se utilizarán medios de sujeción que pudieran ser perjudiciales para el material a tratar. Una vez finalizado el tratamiento térmico posterior a la soldadura PWHT, los termopares se quitan y las áreas afectadas por la soldadura de fijación de estos, se examina por medio de cualquier método superficial de ensayo no destructivo Líquidos penetrantes o partículas magnéticas PT/MT.

3.2 PROCEDIMIENTO PARA PREFABRICADO Y MONTAJE DE TUBERÍA

3.2.1 Proceso de fabricación de spool

Para las soldaduras a realizar, tanto en el taller como en la obra, se debe contar con el Procedimiento de soldadura aprobado por el contratista.

El corte de los tubos puede ser hecho por medios mecánicos (máquinas, esmerilado).

Los extremos de tubos y accesorios que deban ser soldados a tope estarán de acuerdo con la norma ANSI 816.25. El biselado se realizará con esmeril o biseladora. Los tubos para las juntas soldadas del tipo "socket weld" se cortan a escuadra.

Los chaflanes (biseles) de preparación para la soldadura en los extremos de los tubos se mecanizan teniendo cuidado de no producir entallas o ranuras profundas en el interior. Los bordes a soldarse deben quedar lisos y uniformes, libres de escorias y cascarillas antes de ser soldados. Los tipos de biseles se determinan según lo indicado en el Código ASME B 31.3.

Se deben realizar todos los ensayos requeridos para liberar el spool de acuerdo a los siguientes procedimientos:

- Inspección Visual 02070-GEN-QUA-CJS-02-053
- Radiografías 02070-GEN-QUA-CJS-02-021
- Toma de Durezas 02070-GEN-QUA-CJS-02-060

- Identificación Positiva de Materiales (PMI) 02070-GEN-QUA-CJS-02-061

La pintura y reparación de la misma se debe realizar de acuerdo al procedimiento 02070-GEN-QUA-CJS-02-030.

Antes de la unión definitiva por soldadura, se hace una inspección visual y dimensional de verificación del conjunto, la cual será realizada por el inspector de soldadura conjuntamente con el supervisor de soldadura.

Las bridas soldadas a tubos se orientan de manera que los ejes de los huecos/pernos no estén alineados con los ejes de centro (horizontal y vertical) y deberán coincidir con la orientación de las bridas de conexión de los equipos.

Después de liberado el spool se inicia el proceso pintado de acuerdo al procedimiento 02070-GEN-QUA-CJS-02-030.

3.2.2 Procedimiento de montaje

3.2.2.1 Verificaciones preliminares Generales

El Supervisor comprobará al inicio de los trabajos, la información, el personal y los equipos programados.

Previo al inicio de las actividades el supervisor debe verificar las condiciones y requerimientos de seguridad.

El ingeniero de frente y el Supervisor debe controlar que el personal a emplear esté capacitado y contar con la experiencia requerida.

El Ingeniero debe verificar en el almacén, los elementos de las tuberías a ser montadas contra las listas de montaje, planos y secuencias de montaje.

El Ingeniero debe verificar que los planos e instructivos de proceso estén

Aprobados Para Construcción (APC) y que sea la revisión vigente.

Antes del inicio de las labores se deberá verificar la operatividad y buen estado de los equipos y herramientas a usar.

Elementos de izaje: cables, grapas, eslingas, estrobos y otros elementos, deben ser inspeccionados por el personal operativo, con el apoyo y asesoría de personal calificado para identificar posibles no conformidades.

Los operadores de grúa deben estar certificados por entes autorizados por el CONTRATISTA.

Revisión de la documentación pertinente para la ejecución de los trabajos

(ATS, permisos, plan de izaje, etc.).

Todos los equipos y herramientas contarán con la evidencia de haber sido inspeccionados de manera mensual (cinta de color del mes, según corresponda).

Se mantendrá en campo los certificados de calidad de los materiales y equipo que requieran de estos documentos (tecles, grilletes, eslingas, entre otros).

3.2.2.1.1 Proceso de instalación de tubería

Dentro de las actividades que conforman el proceso constructivo del presente procedimiento, el área de construcción debe tener en cuenta los siguientes pasos:

Se deben verificar las elevaciones de las vigas y soportes sobre las cuales se instalará la tubería, para ello se deberán verificar los siguientes ítems con el apoyo de la cuadrilla de topografía del Consorcio.

- Localización e identificación de los ejes para el montaje.
- Marcado de los ejes de cada línea sobre estructuras y soportes.
- Verificar que la superficie del concreto este rugosa y libre de desprendimientos para obtener una superficie de anclaje adecuada para el vaciado de grout.

Inspección de elementos, control dimensional. - Verificar mediante inspección visual el estado de las tuberías y spools, antes de ser retiradas del almacén, si los materiales se encuentran con daños estos deberán ser comunicados al CONTRATISTA.

Esta actividad debe ser registrada en el formato: 02070-CON-ROT-09 Informe de Recepción de Materiales en Obra

Correcciones y modificaciones. - En el caso de detectarse errores de fabricación durante el montaje, estos deberán ser informados al Contratista y

corregidos por el proveedor de las tuberías o corregidos por el consorcio previa coordinación y aprobación del Contratista

3.2.3 Prefabricación

La prefabricación será desarrollada por técnicas reunidas e indicara en los isométricos las juntas de campo.

3.2.4 Trabajos de tuberías

La secuencia del montaje de las tuberías debe estar asociada a la secuencia de montaje de las estructuras.

- Durante este período, se realizará el siguiente alistamiento:
Señalización de área
- Transporte y armado de andamios en los corredores de los Pipe racks de tal forma que las cantidades de andamio sean optimizada, mediante el uso de pasarelas, voladizos, colgantes, etc.
- Armado de andamio para desplazamiento, armado e Instalación de rodillos para desplazamiento de la tubería.
- Inspección visual y tintas penetrantes a soldaduras de filete. Instalación y soldadura de soportes.
- Prueba Hidrostática de las líneas por sistemas.

3.2.5 Montaje de tuberías

En coordinación con los Supervisores encargados del montaje de las estructuras de soporte el Supervisor encargado del montaje y soldaduras de las tuberías, procederá a su instalación de acuerdo con los siguientes pasos:

Coordinar las solicitudes y la recepción de las tuberías del almacén de materiales de técnicas reunidas de acuerdo a la secuencia de montaje, el Supervisor debe comprobar el estado de recepción de los materiales y sus protecciones provisionales puesto que las tuberías llegaran con pintura en capa de acabado.

El supervisor debe verificar y conservar la identificación de los spools e instalarlos de acuerdo con lo indicado en los planos de la ruta de tubería última revisión aprobada para construcción.

El supervisor debe abrir el permiso de trabajo y asegurar la implementación de los cierres de vía y los planes de izaje para la grúa y el camión grúa según aplique.

Se debe señalar el área de ubicación de la plataforma y la grúa.

El señalero debe aparejar la tubería utilizando eslingas de nylon certificadas (realizar inspección previa), Se sugiere hacer el eslingado de la tubería con doble ahorcado en los casos donde el centro de gravedad no sea simétrico y exista el riesgo de deslizamiento de las piezas. El supervisor debe coordinar la maniobra.

3.2.6 Instalación de tuberías mediante maniobras manual

Verificación de las herramientas a utilizar: Se procederá con una inspección de las herramientas a utilizar, colocando la cinta del color del mes que corresponde, como tirfors, tecles, polipastos eléctricos antes de ser utilizados. Los equipos deberán estar en perfecto estado de funcionamiento, se comprobará el estado de las cadenas y cables; se verificará el estado de los seguros y la capacidad de los equipos a utilizar.

Instalación de las maniobras: Para la instalación de las maniobras, primero se elegirá un punto de anclaje adecuado, pudiendo ser los elementos estructurales del edificio fijados con todos sus pernos, orejas soldadas o apernadas, plumines fabricados y aprobados con sus respectivas memorias de cálculo. Luego se seleccionarán los aparejos de izaje tales como: Eslingas, estrobos, roldanas, pastecas, beam clamps, etc. La selección se realizará en función al peso total de los elementos a izar, ya que en función a esto se determinará la capacidad de carga de cada equipo.

3.2.7 Instalación de tuberías small bore de forma manual

Se entiende tubería small bore, toda aquella tubería, accesorios y válvulas cuyo diámetro es menor a 2", quedando así clasificada esta categoría para los siguientes diámetros: 1" y 1+1/2".

3.2.8 Montaje de Tubería Roscada

Se deberá tener en cuenta la protección de la tubería y accesorios, almacenar sobre tacos de madera y evitar que estén en contacto directo con el piso. Considerando el grado de precisión en la toma de medidas, el uso de las plantillas, útiles, útiles de pre-ensamble, se requiere instalar un taller temporal en obra.

3.2.9 Uniones soldadas en tubería galvanizada

Es importante evitar el zinc en la soldadura, y la preparación apta del área a soldar garantizando una soldadura de calidad para lo cual se deberá seguir los siguientes pasos:

Se debe retirar toda la pintura entre 3" y 4" del bisel de la tubería usando una escobilla circular.

Se calentará la superficie de manera uniforme con la ayuda de un equipo oxicorte (Oxicorte / flama de gas).

Donde se controlará que la temperatura no sobrepase los 150°C, al realizar esta actividad se deberá usar mascarilla y filtro para humos metálicos. Esta temperatura se controlara con tiza térmica o pirómetro.

3.2.10 Soldadura de Juntas

Todas las soldaduras deben ser efectuadas utilizando procedimientos de soldadura y soldadores calificados de acuerdo a códigos ASME Sección IX y la Especificación del cliente requerida.

Se deben instalar las facilidades necesarias para la ejecución del trabajo como carpas y mamparas de protección para contener la chispa.

El supervisor debe inspeccionar la junta a soldar y autorizar la ejecución de la junta soldada.

3.2.11 Instalación

Una vez inspeccionados los spool recibidas y planificadas las actividades de montaje en detalle, se debe verificar que los topógrafos proporcionen

las elevaciones y líneas de eje de referencia para el montaje de acuerdo a las indicaciones de los planos isométricos.

3.3 MARCO REFERENCIAL

- Legislación General Ambiental
- Legislación en Actividades de Hidrocarburos
- Reglamentos de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos
- Reglamentos para la protección ambiental en las Actividades de Hidrocarburos.

3.4 HIPOTESIS

3.4.1 HIPOTESIS GENERAL

Si aplicando la Normatividad vigente durante los trabajos de pre-fabricado y ensamblaje de tubería, y usando las técnicas de END se puede verificar la homogeneidad y continuidad de la soldadura, entonces se podrá asegurar la calidad del Pre-fabricado y Montaje de los sistemas de tuberías.

3.4.2 HIPOTESIS ESPECIFICA

1. Si se tiene conocimiento de la importancia de las actividades de pre-fabricado y ensamblaje en las áreas donde se desarrollan los trabajos, se podrá reducir los errores humanos.
2. Si se aplica con conocimiento la normatividad vigente se podrán mejorar la calidad de los trabajos
3. Si se aplica la Técnica de los END para verificar la calidad de los trabajos de acuerdo a la normatividad existente, entonces se asegurará la calidad del producto.

3.5 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 Variables Independiente

La variable independiente está dada por las variables que intervienen durante el Armado del prefabricado y montaje de las tuberías en el área del proceso.

3.5.2 Variable Dependiente

La variable dependiente está dada por el aseguramiento de la calidad de los trabajos verificada con la técnica de END.

3.5.3 Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Armado del Prefabricado Y Montaje	La prefabricación es un sistema de construcción basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie fuera de su ubicación final y que se llevan a su posición definitiva para montar la estructura tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa	El armado del prefabricado de las tuberías de acero al carbono (SC) se realiza según lo indican los planos isométricos y luego se hace el montaje spools.	Diseño	Condiciones de Presión y temperatura	Tablas ASME
				Diagramas de tuberías	Planos, P&D,
				Especificaciones	Tablas Normas ASME B31.3
				Conexiones	Planos
				Modelado	Planos 3D
				Metrados	De Planos 3D
			Materiales	Tuberías	ASME B31.3
				Soldadura	Responsabilidad Calificación Materiales
			Prefabricado	Preparar para la soldadura	Procedimientos
				Reparación de soldaduras	END
				Precalentamiento	Indicadores de Temperatura.
				Tratamiento termico	Esfuerzo en doblado y formado
				Curvado y formado	Temperatura y medición de espesor
			Montaje e instalación	Alineación	Verificar procedimiento
				Juntas bridadas	Verificación
				Juntas roscadas	Verificación
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Aseguramiento de la calidad	Reducir o eliminar errores, pérdidas de tiempo, recursos con el objeto de mejorar la productividad	Que todo el montaje electromecánico sea de calidad y que la planta de hidrocarburos tenga mayor producción y menos contaminación	Producción	Juntas soldadas	Cantidad por día
				Paquetes soldados	Cantidad
			Ensayos no destructivos (END)	Líquidos penetrantes	Instrumentos
				Partículas magnéticas	Instrumentos
				Radiografía industrial	Instrumentos
			Económicos	VAN TIR RB/C	Formulas

4 MARCO METODOLOGICO

4.1 ENFOQUE

4.1.1 Investigación Cuantitativa- aplicativa

- Mide presiones, temperaturas, calidad del prefabricado y ensamblado
- Utiliza Registros de cantidad de tuberías preparadas, soldadas y verificadas.
- Control de las variables del proceso de prefabricado y ensamblado
- Aplicadas: Se trata de un tipo de investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado, ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intenta abordar un problema específico.

4.2 DISEÑO

4.2.1 Proceso cuantitativo experimental

- Es un proceso secuencial, donde se diseñan los materiales y planos de acuerdo a las normas, luego se prefabrican y finalmente se ensamblan.
- Es un proceso experimental porque tanto en el análisis de las variables independientes como dependientes, será necesario recolectar directamente los datos e información de resultados del proceso y así poder optimizar las variables.

4.3 NIVEL

El Nivel de la investigación está en función del grado de profundidad de los objetivos a los que se trata de llegar. Este trabajo se enmarca en el tipo experimental y aplicativo, pues ante el problema de fallas en el ensamblado, se trata de aplicar las normas recomendadas con mayor cuidado y verificar experimentalmente mediante la técnica de END, la calidad del ensamblaje para cumplir las recomendaciones de la norma.

4.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN

4.4.1 Investigación descriptiva

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características, y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos, o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Danhke, 1989)

En el presente trabajo se trata de una investigación descriptiva, la cual nos permitirá primero describir los antecedentes del problema como son las fallas en el ensamblaje, espesores, materiales usados, procedimientos de soldadura, procedimientos de prefabricado y procedimientos de ensamblado.

La presente investigación se realizara con el propósito desarrollar y describir como incide el uso de las normas y los END en el proceso de soldado, curvado y formado de las tuberías y finalmente en el ensamblado.

4.4.2 Investigación experimental y aplicativa

También es una investigación Experimental, porque se observará los datos obtenidos de las variables durante cierto tiempo, luego se buscará los valores más adecuados de las variables, se analizará y optimizará los valores, se buscará explicaciones y factores relacionados entre sí, de modo que se logra establecer el comportamiento y resultado en la calidad de armado y ensamblado.

4.5 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.5.1 UNIVERSO: para el presente trabajo de investigación que es descriptiva-experimental, el Universo está conformado por todas la unidades donde intervendrán el uso o ensamblaje de tuberías.

4.5.2 POBLACIÓN: la población estará conformada por el conjunto de datos obtenidos en cada punto donde se monitorean las variables del proceso como son tipos de tuberías, tipos de soldadura, condiciones de presión y temperatura, calidad del sodado.

4.5.3 MUESTRA: la muestra es del tipo No Probabilística, en la que la elección de los elementos depende de la característica de la investigación. Dentro este este tipo de muestreo se encuentra el muestreo teórico, que consiste en realizar simultáneamente el análisis y recolección de la información, permitiendo al investigador seleccionar nuevos casos a estudiar según su potencial para ayudar a refinar o expandir los conceptos y teorías desarrolladas (Glaser y Strauss, 1967; 45).

En nuestro caso es un Universo finito, donde todos los datos de las unidades de muestreo o variables críticas del proceso son considerados, porque existe una relación causa-efecto, la causa es el prefabricado y ensamblado, y el efecto es la calidad del prefabricado y ensamblado usando END.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Un buen orden en todas las liberaciones con el cliente permitirá un mejor armado del Dossier de calidad.
- La soldadura industrial es una ciencia, no todos los materiales son iguales y no a todos se les aplica el mismo material de aporte.
- Siempre hay que tener criterio para realizar nuestro trabajo, no siempre nuestro cliente tendrá la razón, por eso se tiene que revisar bien todo el procedimiento.
- No adelantarse a generar soluciones en campo si haber avisado anticipadamente del problema al empleador, solo se le puede plantear posibles soluciones a analizar.
- Control en la recepción de materiales, de principio a fin.
- Respetar lo que dicen los planos, pero constatándolo con la norma en la cual estamos desarrollando nuestro trabajo.
- Seguir todas las normas de seguridad para todos los procedimientos, sobre todo para las pruebas Hidrostáticas y Neumáticas, que presentan mayores riesgos operacionales.
- Los isométricos que lleven mayor giro de ángulos en toda la línea, de preferencia que su soldadura se indique que debe ser realizada en campo, mas no en taller, así disminuimos los cortes con oxicorte y el desgaste de materiales a parte que fue sometido a altas temperaturas.

6 REFERENCIAS

6.1 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., Y BAPTISTA, P. (2006) “Metodología de la Investigación”. Cuarta Edic., McGraw-Hill INTERAMERICANA DE MÉXICO, S.A.
- MONJE, C.A. (2011) “Metodología de la Investigación Científica Cuantitativa y Cualitativa”, 1era Edic., Libro didáctico, Universidad Surcolombiana, Colombia.
- ASME 8PV CODE, SECTION V, ARTICLE 9, VISUAL EXAMINATION 2015. (Código ASME para recipientes a presión y calderas, sección V, artículo 9, Examen visual).
- ASME 831.1 -2012 "Power Piping".
- ASME 831.3 -2012 "Process Piping".
- ASME BPC CODE, SECTION VIII, DIVISION 1, 2013. (Código ASME para recipientes a presión y calderas, sección VIII, división 1).
- ASNT Recommended Practice SNT-TC-1A - 2006. "Personnel Qualification and certification in Nondestructive Testing"
- ANSI/ASNT CP-105, 2011: "ASNT Standard Topical Outlines for Qualification and Certification of Nondestructive testing Personnel".
- GLOBAL PRACTICE/CODIGOS DE LICENCIA/STANDAR DE SOPORTES.
- Estándar Nacional Estaunidense, “The American Society of Mechanical Engineers” – ASME B31, The American Society of Mechanical Engineers Three Park Avenue, New York, NY 10016-5990, Copyright © 2011 por THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. Impreso en EE. UU.

6.2 REFERENCIAS DE INTERNET

1. <https://www.refineriatalara.com/la-refineria/>
2. <https://eltiempo.pe/la-refineria-gran-desafio-del-centenario-vp/>
Diario Regional “El Tiempo”, 14 abril 2019
3. Informe de la Evaluación Técnica Económica del Proyecto, PMRT, Diciembre 2013, Empresa TTechnip, Petroleos del Perú
4. <https://es.scribd.com/doc/240739420/Concepto-Basico-Piping>

7 ANEXOS

- Anexo 1: Tabla de Operacionalización de variables
- Anexo 2: Matriz básica de consistencia
- Anexo 3: Matriz de consistencia
- Anexo 4: Fotografías de trabajos realizados con aplicación de los procedimientos de trabajo.
- Anexo 5: Planos

ANEXO 4: Fotografías de trabajos realizados con aplicación de los procedimientos de trabajo.



Figura 1

Montaje de Estructuras Metálicas sobre pedestales de concreto



Figura 2
Soldadura de proceso FCAW para trunions con bisel alrededor



Figura 3
Izaje de tuberías en taller pára una mejor posición de soldeo



Figura 4

Cajetín donde se indica el procedimiento de soldadura, la estampa de soldador, número de junta, fecha de finalización de la soldadura



Figura 5

Nivelación y giro de bridas para el apuntalamiento



Figura 6
Primer pase de soldeo, “La Raíz”



Figura 7
Prueba de soldadores con proceso mixto SMAW y GTAW en posición 6G



Figura 8
Prueba de soldadores con proceso SMAW en posición 6G



Figura 9
Realizar PQR con soldadores calificados 6G



Figura 10

Ubicación de Spools sobre caballetes para una proxima ejecución de soldadura, cuuidado de los nipples a utilizar para el armado.



Figura 11

Agujeros hechos con soplete para el apuntalamiento de soket, branch, weldolets, entre otros.



Figura 12
Nivelación de tubería de 14" con ayuda de las grampas



Figura 13
Instalación de tuberías de mayor diámetro con ayuda del camión grúa



Figura 14
Armado de válvulas y codos en la tubería



Figura 15
Encintado de las juntas apuntaladas, colocadas sobre madera para evitar corrosión con las que tienen la arena



Figura 16
Distribución de tuberías antes de la instalación de las carpas



Figura 17
Pases de raíz y relleno en la tubería de 24"

1) TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Armado del Prefabricado y Montaje de tuberías en unidades de PMRT	La prefabricación es un sistema de construcción basado en el diseño y producción de componentes y subsistemas elaborados en serie fuera de su ubicación final y que se llevan a su posición definitiva para montar la estructura tras una fase de montaje simple, precisa y no laboriosa	El armado del prefabricado de las tuberías de acero al carbono (SC) se realiza según lo indican los planos isométricos y luego se hace el montaje spools.	Diseño	Condiciones de Presión y temperatura	Tablas ASME
				Diagramas de tuberías	Planos, P&D,
				Especificaciones	Tablas Normas ASME B31.3
				Conexiones	Planos
				Modelado	Planos 3D
				Metrados	De Planos 3D
			Materiales	Tuberías	ASME B31.3
				Soldadura	Responsabilidad Calificación Materiales
			Prefabricado	Preparar para la soldadura	Procedimientos
				Reparación de soldaduras	END
				Precalentamiento	Indicadores de Temperatura.
				Tratamiento termico	Esfuerzo en doblado y formado
				Curvado y formado	Temperatura y medición de espesor
			Montaje e instalación	Alineación	Verificar procedimiento
				Juntas bridadas	Verificación
				Juntas roscadas	Verificación
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
	Reducir o eliminar errores, pérdidas de tiempo, recursos con el objeto de mejorar la productividad	Que todo el montaje electromecánico sea de calidad y que la planta de hidrocarburos	Producción	Juntas soldadas	Cantidad por día
				Paquetes soldados	Cantidad
				Líquidos penetrantes	Instrumentos

Aseguramiento de la calidad		tenga mayor producción y menos contaminación	Ensayos no destructivos (END)	Partículas magnéticas	Instrumentos
				Radiografía industrial	Instrumentos
			Económicos	VAN TIR RB/C	Formulas

MATRIZ BASICA DE CONSISTENCIA

- TITULO DEL PROYECTO: **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL ARMADO DE PREFABRICADO Y MONTAJE DE TUBERÍAS EN UNIDADES HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-RG2 PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA” (PMRT)**
- Nombre del tesista: ABEL BRUNO ALDAIR DURAN ESTRADA

	Preguntas	Hipotesis	Objetivos
G	¿En qué medida los END aplicados en el proceso de pre-fabricado y montaje de tuberías impactan en la obtención de productos conforme a las especificaciones del Cliente?	Si mediante la técnica de END, se detectará las fallas durante los trabajos de pre-fabricado y ensamblaje de tuberías en las partes del proceso de Modernización de la refinería de Talara, entonces se podrá asegurar la calidad del servicio.	Asegurar la calidad en el Proceso de Prefabricado y Montaje de tuberías en las áreas HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-RG2, de acuerdo a las Normas, para el proyecto de modernización Refinería Talara” (PMRT)
E1	¿Cuál es la importancia de los END en la inspección de tuberías?	Es posible describir la importancia de las áreas donde se desarrollan los trabajos dentro de la Modernización de la refinería de Talara.	Asegurar que las soldaduras a tope, socket, branch, etc; no deben presenten socavaciones, ni porosidades ya que provocan reventones en las tuberías.
E2	¿Qué y cómo se determina la calidad de la inspección?	Es posible detallar el proceso de Pre-fabricación y montaje de las tuberías en las partes del proceso.	Establecer un procedimiento de Inspección visual en la raíz de la soldadura, en las juntas de los extremos, a las que se encuentran entre los extremos se les tiene que aplicar ensayos de radiografía, durezas, tratamiento térmico y a todas VT
E3	¿Cómo enfrentar errores de criterio a partir de los resultados con END?	Si se aplica la Técnica de los END para verificar la calidad de los trabajos de acuerdo a la normatividad existente, se podrá asegurar la calidad del servicio.	Control de calidad durante el armado de los spools, deben cumplir las medidas que indica el plano.
E4	¿Cómo lograr el aseguramiento de la calidad para obtener productos conformes?		

Título del Proyecto: ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL ARMADO DE PREFABRICADO Y MONTAJE DE TUBERÍAS EN UNIDADES HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-RG2 PARA EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA” (PMRT) Nombre del tesista: ABEL BRUNO ALDAIR DURAND ESTRADA				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES/ INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL -¿En qué medida los END aplicados en el proceso de pre-fabricado y montaje de tuberías impactan en la obtención de productos conforme a las especificaciones del Cliente?</p> <p>ESPECIFICOS 1-¿Cuál es la importancia de los END en la inspección de tuberías? 2- ¿Cómo lograr el aseguramiento de la calidad para obtener productos conformes? 3-¿Cómo enfrentar errores de criterio a partir de los resultados con END?</p>	<p>GENERAL -Asegurar la calidad en el Proceso de Prefabricado y Montaje de tuberías en las áreas HTN-RCA, HTD, FCK Y TGL-RG2, de acuerdo a las Normas, para el proyecto de modernización Refinería Talara” (PMRT)</p> <p>ESPECIFICOS 1-Asegurar que las soldaduras a tope, socket, branch, etc; no deben presenten socavaciones, ni porosidades ya que provocan reventones en las tuberías. 2-Establecer procedimiento de Inspección visual en la raíz de la soldadura, en las juntas de los extremos, y entre los extremos debe aplicar ensayos de radiografía, durezas, tratamiento térmico y a todas VT 3-Control de calidad durante el armado de los spools, deben cumplir las medidas</p>	<p>GENERAL -Si mediante la técnica de END, se detectará las fallas durante los trabajos de pre-fabricado y ensamblaje de tuberías en las partes del PMRT, entonces se podrá asegurar la calidad del servicio.</p> <p>ESPECIFICOS 1-Es posible describir la importancia de las áreas donde se desarrollan los trabajos dentro de la PMRT. 2- Es posible detallar el proceso de Pre-fabricación y montaje de las tuberías en las partes del proceso. 3-Si se aplica la Técnica de los END para verificar la calidad de los trabajos de acuerdo a la normatividad existente, se podrá asegurar la calidad del servicio.</p> <p>Justificación La presente investigación</p>	<p>Unidad de análisis: unidad de prefabricación y ensamblado de los spools del proceso.</p> <p>Variable Independiente: Está dada por las variables que intervienen en el pre-fabricado y montaje de las tuberías en el área del proceso.</p> <p>Dimensiones 1-Diseño 2-Materiales 3-Prefabricado 4-Montaje e instalación</p> <p>Indicadores 1-Condiciones de Presión y temperatura Diagramas de tuberías Especificaciones Conexiones Modelado Metrados 2-Tuberías Soldadura 3-Preparar para soldaduras Reparación de soldaduras Precalentamiento</p>	<p>Enfoque: La investigación cuantitativa – aplicada.</p> <p>Diseño: Es un proceso cuantitativo-experimental, porque tanto en el análisis de las variables independientes como dependientes, será necesario recolectar directamente los datos e información de resultados del proceso y así poder corregir fallas y asegurar la calidad del trabajo.</p> <p>Nivel: El nivel es Descriptivo, aplicativo – experimental. Este trabajo se enmarca en el tipo experimental y aplicativo, pues ante el problema de fallas en el ensamblado, se trata de aplicar las normas recomendadas con mayor cuidado y verificar experimentalmente mediante la técnica de END, la calidad del ensamblaje para cumplir las recomendaciones de la norma.</p> <p>Tipo: Descriptiva, experimental y aplicada.</p> <p>Técnicas e Instrumentos 1-De Muestreo Es Muestreo no probabilístico o Dirigido, donde el investigador verifica mediante la técnica de END la calidad de todos los productos</p>

	que indica el plano.	<p>pretende hacer una revisión, un análisis y una interpretación en relación a los END sobre los procesos de inspección en tuberías en el pre-fabricado y montaje de las unidades y su impacto en la obtención de productos conforme, para asegurar la calidad del producto.</p> <p>Importancia La importancia de esta tesis es asegurar la calidad en los procesos de armado de pre-fabricado y montaje de tuberías de acero al carbono (SC) desarrollado bajo normas y estándares que actualmente utilizan las compañías de inspección</p>	<p>Tratamiento térmico Curvado y formado</p> <p>4- Alineación Juntas bridadas Juntas roscadas</p> <p>Variable Dependiente Aseguramiento de la calidad de los trabajos verificada con la técnica de END.</p> <p>Dimensiones 1-Producción 2-END 3-Económicos</p> <p>Indicadores 1-Juntas soldadas Paquetes soldados 2-Líquidos penetrantes Partículas magnéticas Radiografía industrial 3-VAN, TIR, RB/C</p>	<p>2-De recolección de Datos Tenemos los reportes de materiales usados, especificaciones y procedimientos y datos de pruebas de END.</p> <p>3-De procesamiento de datos Aplicar formulas teóricas para realizar cálculos técnicos Aplicar fórmulas de matemática financiera</p> <p>4-De análisis de datos Comparar los resultados con índices teóricos mínimos Comparar los resultados de evaluación económica con índices.</p> <p>Población: Puntos de monitoreo de la información: puntos de monitoreo de las variables dependientes como independientes.</p> <p>Muestra: Del tipo no probabilística, donde se recolectan todos los datos de la población.</p> <p>Procedimiento: Recolectar reportes de cada parte del proceso.</p>
--	----------------------	---	---	---